Techn
964

Aus dem Nachlaß

von

Dipl.-Ing.

Lucian Vogel

L Nagel.
1878.

Grundriss

der

chemischen Technologie.

Von

Dr. Rudolf Wagner,

o. ö. Professor der Technologie an der staatswirthschaftlichen Facultät der königl. Universität Würzburg.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 27 Holzschnitten.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1874.

Stadtbibliothek
Augsburg

Vorrede zur ersten Auflage.

Meine „chemische Technologie", deren erste Auflage im Jahre 1849 erschien, hat theils in Folge der enormen Entwickelung der Gewerbewissenschaft, theils aber auch durch die im Laufe der Jahre gebotene Veränderung der Richtung des Buches, ihren Umfang durch s i e b e n Auflagen hindurch allmälig auf mehr als das Fünffache des ursprünglichen erweitert. Durch diesen Umstand nun, durch welchen das Werk nach und nach einen handbuchähnlichen Character annahm, hat sich sein Werth für Lehrer an technischen Unterrichtsanstalten und für Ausübende der chemischen Technologie in dem Maasse erhöht, als seine Brauchbarkeit für Lernende, namentlich für Schüler technischer Mittel- oder Secundärschulen abgenommen hat.

Seit Jahren schon ist mir von Seite meines Verlegers und vieler Lehrer der chemischen Technologie der Wunsch ausgedrückt worden, von der neuesten Auflage meines Buches einen Auszug auszuarbeiten, welcher als Grundriss beim Unterricht benutzt werden könnte. Solchen Wünschen gegenüber habe ich mich stets ablehnend verhalten, wenn ich gleich deren Berechtigung vollkommen anerkennen musste und mehrere jüngere Fachgenossen zur Ausführung der Arbeit, obwol ohne Erfolg, zu veranlassen suchte.

Nachdem nun aber gelegentlich der Besprechung der siebenten Auflage meiner chemischen Technologie gewichtige Stimmen in der Presse für die Nothwendigkeit der Herausgabe einer gedrängten Uebersicht der hauptsächlichsten Abschnitte der chemischen Technologie sich geltend gemacht; nachdem ich ferner die Ueberzeugung gewonnen, dass mit den meisten der in den letzten Jahren erschienenen kleineren Lehrbüchern der technischen Chemie und chemischen Tech-

nologie dem bestehenden Bedürfnisse keineswegs in entsprechender Weise genügt werden kann, habe ich mich endlich zur Herausgabe des „Grundrisses" entschlossen, den ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe.

Den Fortschritten der Wissenschaft ist darin bis zum Beginn des Jahres 1870 Rechnung getragen.

Mein Freund und Verleger Otto Wigand hat den Preis des Buches so niedrig gestellt, dass dessen Einführung als Leitfaden an technischen Lehranstalten, den höheren wie den mittleren; dessen Anschaffung von Jedem, der an technischen Dingen, sei es aus Beruf, sei es aus Neigung, Interesse nimmt, möglich erscheint.

Die chemische Technologie, die vor zwanzig Jahren noch ein dürftiges, fast unbeachtetes Dasein führte und ausschliesslich von Chemikern, einseitig und meist oberflächlich betrieben wurde, hat sich nun zu selbständiger Geltung und allgemein anerkannter Bedeutung emporgearbeitet. Man ist zur Einsicht gekommen, dass sie mit Erfolg nur von dem gelehrt werden kann, welcher auch Erlebtes und nicht nur Erlesenes seinen Zuhörern mitzutheilen vermag. Sie ist als eine neue Disciplin in die Reihe der übrigen Wissenschaften eingetreten und wird bereits in weitern Kreisen als der Volkswirthschaftslehre ebenbürtig anerkannt, ja von dem grossen Publikum und einer täglich wachsenden Zahl von Fachleuten mit auszeichnender Vorliebe behandelt. Täuscht nicht alles, so ist der chemischen Technologie noch eine wichtige Mission vorbehalten, nämlich als Lehrgegenstand zu dienen nicht nur, wie bisher schon, der Hochschule und den für das industrielle Leben vorbereitenden Secundärschulen, sondern und zwar ganz speciell auch der gewerblichen Fortbildungsschule, die ein neues und wichtiges Glied in dem öffentlichen Erziehungswesen der Gegenwart bildet, dessen veredelnder Einfluss auf den deutschen Gewerbestand sicherlich bald wahrzunehmen sein wird.

Möge vorliegender Grundriss sein Scherflein dazu beitragen!

Würzburg, den 12. April 1870.

Dr. Rudolf Wagner.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Mein „Grundriss der chemischen Technologie“ hat sich sowol im Deutschen Reiche, als auch im Auslande (in letzterem in Uebersetzungen) einer so günstigen Aufnahme zu erfreuen gehabt, dass eine neue Auflage erforderlich geworden.

Ist nun auch bei dieser zweiten Auflage die Anordnung des Stoffes unverändert geblieben, so sind doch alle Abschnitte von neuem durchgearbeitet, verbessert und auf die Höhe der heutigen Gewerkslehre gebracht worden.

In der Metallurgie wurde dem Bessemerprocess eine erweiterte Betrachtung gewidmet und der rotirende Puddelofen von Danks, seiner Bedeutung entsprechend, ausführlich beschrieben.

In der chemischen Fabrikindustrie, die seit dem Erscheinen der ersten Auflage durchgreifende Veränderungen erlitten hat, wurden der zukunftsvolle Ammoniaksodaprocess, Deacon's Chlorprocess und der Gloverthurm aufgenommen. In der Beschreibung der Chlorkalkfabrikation wurden die Resultate der Arbeiten Göpner's zu Grunde gelegt.

Die Theorie der Gährung, durch die werthvollen Untersuchungen J. v. Liebig's und L. Pasteur's vom chemischen Standpunkte aus beleuchtet, ist durch die physiologischen Arbeiten O. Brefeld's (im pflanzenphysiologischen Laboratorium der hiesigen Universität unter der Leitung von Prof. J. Sachs), durch welche zuerst die Natur der Hefe und deren Funktion bei der Alkoholgährung klar erkannt wurde, in ein weiteres Stadium getreten. Die Ergebnisse der Brefeld'schen Arbeiten wurden bei der neuen Auflage berücksichtigt.

Der Abschnitt von den Theerfarben wurde total umgearbeitet und das Kapitel von den Anthracenderivaten, seiner heutigen wirthschaftlichen Wichtigkeit angemessen, erweitert. Als Anhang wurden die bedeutungsvollen Resorcinfarben von Hlasiwetz und dessen Schülern besprochen.

Der Präservirung der Lebensmittel wurde eingehender gedacht und der auf der vorjährigen Wiener Weltausstellung zu Tage getretene Stand der Sache eingehalten.

Die Produktionsstatistik der wichtigeren Erzeugnisse der chemischen Grossindustrie wurde in der vorliegenden Ausgabe sorgfältig zusammengestellt.

Die chemischen Formeln sind durchgehend Molekularformeln.

Technologisches Institut
der königl. Universität Würzburg,
den 25. Juni 1874.

Dr. Rudolf Wagner.

Inhalt.

Einleitung 1—3.

I. Abschnitt.

Die chemische Metallurgie, die wichtigeren Legirungen und Metallpräparate.

(Seite 4 bis 98.)

Allgemeines über Metallurgie 4. Erze 4. Aufbereitung 5. Vorbereitung 5. Zugutemachen der Erze 5. Hüttenprodukte 6. Zwischenprodukte 6. Abfälle 6. Schlacken 7.

Eisen 7. Eisenerze 7. α) *Roheisen* 9. Hochofen 10. Vorgang darin beim Ausschmelzen der Eisenerze 12. Arten und Eigenschaften des Roheisens 15. Eisengiesserei 16. — β) *Schmiede- oder Stabeisen* 19. Herdfrischung 20. Puddelprocess 21. Gichtgase als Brennmaterial 22. Siemens' Regenerativofen 22. Ellershausen-Process 23. Rotirender Puddelofen von Danks 23. Blech 25. Draht 25. Eigenschaften des Stabeisens 26. — γ) *Stahl* 27. Roh- oder Frischstahl 27. Puddelstahl 27. Bessemerstahl 28. Heatonstahl 31. Kohlungsstahl 31. Gussstahl 32. Verstählung 32. Eigenschaften des Stahls 33. — δ) *Eisenpräparate* 34. Eisenvitriol 34. Eisenmennige 35. Blutlaugensalz 35. Berlinerblau 36.

Kobalt 37. Kobalterze 37. Metallisches Kobalt 38. Smalte 38. Kobaltultramarin 38. Coeruleum 38. Rinmann's Grün 38.

Nickel 39. Nickelerze 39. Metallisches Nickel 39. Würfelnickel 39.

Kupfer 40. Kupfererze 40. Metallurgie des Kupfers 40. Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege 41. Eigenschaften des Kupfers 41. *Kupferlegirungen* 42. Bronze 43. (Glockenmetall 43. Kanonenmetall 43. Statuenbronze 43.) Phosphorbronze 44. Messing 44. Messingähnliche Legirungen 45. Bronzefarben 45. Neusilber 46. Chinasilber 46. Nickelhaltiges Scheidemünzmetall 46. Metallkitt 46. *Kupferpräparate* 47. Kupfervitriol 47. Doppelvitriol 47. Kupferfarben 48. (Braunschweigergrün 48. Bremerblau 48. Schweinfurtergrün 48. Grünspan 49.)

Blei 50. Bleierze 50. Gewinnung des Bleies durch Niederschlagsarbeit 50. Durch Rösten 50. Raffinirtes Blei 51. Flintenschrot 51. Bleilegirungen 53. *Bleipräparate* 53. Bleioxyd 53. Mennige 54. Bleizucker 54. Chromsaures Bleioxyd 55. Chromoxyd 56. Chromgrün 56. Bleiweiss 57.

Zinn 59. Zinnerze 59. Zinngewinnung 59. Eigenschaften und Anwendung des Zinns 60. Verzinnen 61. *Zinnpräparate* 61. Musivgold 61. Zinnsalz 62. Zinnsaures Natron 62.

Wismuth 63. Gewinnung und Anwendung desselben 63. Legirungen 64.

Zink 64. Zinkerze 64. Zinkgewinnung 64. Eigenschaften und Anwendungen des Zinkes 66. *Zinkpräparate* 67. Zinkweiss 67. Zinkvitriol 68. Zinkgelb 68. Chlorzink 68.

Kadmium 69. Legirungen 69. Schwefelkadmium 69.

Antimon 69. Antimonerze 69. Gewinnung und Eigenschaften des Antimons 70. Legirungen 70. *Antimonpräparate* 71. Antimonoxyd 71. Schwefelantimon 71. Neapelgelb 71. Antimonzinnober 71.

Arsen 71. Arsenige Säure 72. Arsensäure 72. Realgar 72. Operment 72.

Quecksilber 73. Quecksilbererze 73. Gewinnung durch Rösten des Zinnobers 73. Durch Zerlegen desselben 74. Eigenschaften des Quecksilbers 74. — *Quecksilberpräparate* 74. Quecksilberchlorid 74. Zinnober 75. Knallquecksilber 75. Zündhütchen 76.

Platin 76. Platinerze 76. Gewinnung des Platins 76. Eigenschaften 76. Platinlegirungen 77.

Silber 79. Silbererze 79. Silbergewinnung durch Amalgamation 79. durch Kochsalzlaugerei 80. durch Wasserlaugerei 80. Entsilbern des Werkbleies durch Treiben 81. durch Pattinsoniren 81. mit Zink 82. Feinbrennen des Silbers 82. Feinsilber 83. Silberlegirungen 83. Silbermünzen 83. Preis des Silbers 84. Legirung der Silberarbeiter 85. Versilberung 85. Schwarzfärben des Silbers 86. Salpetersaures Silber 86.

Gold 86. Vorkommen des Goldes 86. Gewinnung durch Waschen 86. durch Amalgamation 87. durch Eintränken 88. Goldscheidung 88. Eigenschaften des Goldes 89. Goldlegirungen 89. Goldmünzen 89. Vergolden 90.

Aluminium 91. Fabrikation desselben 91. Eigenschaften und Anwendung 92.

Magnesium 93. Darstellung und Eigenschaften 93.

Galvanotechnik 94. Galvanoplastik 94. Galvanische Vergoldung, Versilberung etc. 95. Verkupfern 96. Verzinken 97. Vernickeln 97. Verstählen 97. Galvanisches Aetzen 97. Galvanische Metallfärbung 98.

II. Abschnitt.

Rohstoffe und Produkte der chemischen Industrie.

(Seite 99 bis 174.)

Kohlensaures Kalium 99. 1) aus den Kalimineralien zu Stassfurt etc. 99. 2) aus dem Feldspath 100. 3) aus dem Meerwasser und der Mutterlauge der Salinen 100. 4) aus dem indischen Salpeter 100. 5) aus der Asche der Vegetabilien 100. 6) aus der Schlempekohle 101. 7) aus den Seetangen 102. 8) aus dem Schweisse der Schafwolle 102. Anwendungen des kohlensauren Kaliums 103.

Salpeter 103. Natürlicher Salpeter 103. Plantagensalpeter 103. aus dem Peru- oder Chilisalpeter 104. Anwendungen des Salpeters 104. Natronsalpeter 105.

Salpetersäure 105. Rauchende Salpetersäure 106. Anwendungen der Salpetersäure 106.

Technik der explosiven Körper 106. a) Schiesspulver 106. Fabrikation desselben 107. Prismatisches Pulver 109. Produkte der Explosion 111. Sprengpulver 111. Farbige Feuer 112. b) Nitroglycerin 112. Dynamit 114.

Dualin 115. Coloniapulver 115. Fulminatin 115. Kohlendynamit 115. c) Schiessbaumwolle 115. Collodium 117. Celloïdin 117.

Kochsalz 117. Vorkommen desselben 117. Gewinnung aus dem Meerwasser 118. Steinsalz 119. Salzsoolen 120. Gradiren der Soole 121. Siedeprocess 122. Salzdenaturirung 122. Salzsteuer 123. Eigenschaften und Anwendung des Kochsalzes 124.

Soda 124. α) Natürliche Soda 124. β) Aus Vegetabilien stammende Soda 125. γ) Auf chemischem Wege dargestellte Soda 125. Verfahren von Leblanc 126. (a) Erzeugung von Sulfat aus Kochsalz 126. b) Umwandlung des Sulfates in Rohsoda 127. c) Ueberführen der Rohsoda in gereinigte Soda 128.) Ammoniaksodaprocess 130. Aetznatron 130. Zweifach-kohlensaures Natron 131.

Jod- und Bromgewinnung 133. Jod 133. Brom 134.

Schwefel 135. Vorkommen als vulkan. Schwefel 135. Als Eisenkies 135. in dem Steinkohlengase 136. in den Sodarückständen 136. Eigenschaften und Anwendung des Schwefels 136.

Schweflige Säure 137. Zweifach-schwefligsaures Natron 138. Unterschwefligsaures Natron 138.

Schwefelsäure 139. Rauchende Schwefelsäure 139. Englische Schwefelsäure 139. Eigenschaften und Anwendungen derselben 144.

Schwefelkohlenstoff 145. Darstellung, Eigenschaften und Anwendung desselben 146.

Salzsäure und Glaubersalz 146. Salzsäure 147. Anwendungen 147. Glaubersalz 147. Anwendungen desselben 148.

Chlorkalk und Chloralkalien 148. Chlorgas 148. Chlorwasser 148. Fabrikation des Chlorkalkes 149. Unterchlorigsaure Salze 151. Chlorsaures Kali 152.

Ammoniak und Ammoniaksalze 152. Ammoniakgas und flüssiges Ammoniak 153. Kohlensaures Ammoniak 153. Salmiak 154. Schwefelsaures Ammoniak 155. Salpetersaures Ammoniak 155.

Seife 156. Allgemeines 156. Arten der Seife 157. Talgkernseife 157. Baumölseife 160. Gefüllte Seifen 161. Weiche Seifen 161. Toilettenseifen 161. Anwendung der Seifen 162.

Borsäure und Borax 162. Borsäure, Vorkommen und Eigenschaften derselben 163. Borax 164. Prismatischer Borax 165. Octaëdrischer Borax 165. Borax aus Tiza 165. Anwendungen des Borax 165.

Alaun 165. Alaunerze 165. Alaunstein 166. Darstellung des Alauns aus Alaunschiefer und Alaunerde 167. aus Thon 169. aus Kryolith 169. aus Bauxit 169. Eigenschaften des Alauns 170. Concentrirter Alaun oder schwefelsaure Thonerde 170. Thonerde-Natron 170. Essigsaure Thonerde 171.

Ultramarin 172. Allgemeines 173. Glaubersalz- oder Sulfat-Ultramarin 173. Soda-Ultramarin 173. Kieselerde-Ultramarin 173. Anwendung des Ultramarins 174.

III. Abschnitt.

Technik des Glases, der Thonwaaren, des Gypses, Kalkes und Mörtels.

(Seite 175 bis 224.)

Glas 174. Rohmaterialien 174. Schmelzgefässe 177. Glasöfen 178. Heissschüren 178. Läutern 179. Kaltschüren 179. Eintheilung der Gläser

179. Tafelglas 179. Mondglas 180. Walzenglas 181. Spiegel 182. Hohlglas 183. Gepresstes und gegossenes Glas 185. Wasserglas 185. Krystallglas 186. Optisches Glas 187. Künstliche Edelsteine 188. Gefärbte Gläser 189. Email 190. Beinglas 190. Achatglas 190. Eisglas 190. Kryolithglas 191. Mousselinglas 191. Glasincrustationen 191. Fadenglas 191. Millefiori 192. Glasperlen 193.

Thonwaaren 195. Thon 196. Porcellanerde 196. Arten und Eigenschaften der Thone 196. Eintheilung der Thonwaaren 197. Hartes oder ächtes Porcellan 199. Porcellanmalerei 203. Vergoldung des Porcellans 203. Französisches oder Frittenporcellan 204. Englisches Porcellan 204. Parisches Porcellan oder Parian 204. Steinzeug 204. Feines weisses Steinzeug 205. Unglasirtes Steinzeug oder Wedgwood 205. Gemeines Steinzeug 205. Terralith und Siderolith 205. Fayence 206. Kühlkrüge oder Alcarrazas 206. Gemeines Töpfergeschirr 207. Gebrannte Steine aus Thon 208. Backsteine 210. Ziegel 211. Künstl. Steine 211. Thonröhren 211. Schmelztiegel 211.

Kalk 212. Vorkommen des kohlensauren Kalkes 213. Brennen des Kalkes 213. Löschen desselben 215. Anwendung des gebrannten Kalkes 215.

Mörtel 215. Luftmörtel 215. Hydraulischer Mörtel 217. Trass 218. Puzzuolane 218. Santorin 218. Roman-Cäment 219. Portland-Cäment 219.

Gyps 222. Vorkommen desselben 222. Brennen des Gypses 222. Anwendungen desselben 224.

IV. Abschnitt.

Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.

(Seite 225 bis 337.)

Technologie der Pflanzenfaser 225. 1) Flachs 225. (Rösten, Brechen, Hecheln, Spinnen 226.) Leinengewebe 228. — 2) Hanf 229. — Chinesisches Gras 229. Ramêehanf 229. Jute 229. Neuseeländischer Flachs 229. Aloëhanf 229. Manilahanf 230. Ananashanf 230. Pikavahanf 230. Kokosnussfasern 230. — 3) Baumwolle 230. Vorkommen und Arten derselben 230. Baumwollspinnerei 230. Baumwollgewebe 233. 4) Papierfabrikation 234. Holzstoff 235. Mineralische Lumpensurrogate 235. Fabrikation des Handpapiers 236. Maschinenpapier 242. Pappe 243. Gefärbtes und buntes Papier 243. Pergamentpapier 244.

Stärkemehl 245. Allgemeines 245. Kartoffelstärke 246. Weizenstärke 247. Andere Stärkesorten 249. (Reisstärke 249. Kastanienstärke 250. Arrow-root 250. Cassavastärke 250. Maniok 250. Tapioka 250.) Sago 250.

Dextrin 250. Fabrikation und Anwendung desselben 250.

Zuckerfabrikation 251. Arten des Zuckers 251. α) Rohrzucker 252. Gewinnung desselben 253. Zuckerproduktion 256. β) Rübenzucker 256. Zusammensetzung der Rübe 257. Darstellung des Zuckers aus der Rübe 257. Melasse 262. Kandiszucker 263. Rübenzuckerproduktion 263. γ) Traubenzucker 265. Vorkommen desselben 265. Darstellung des Traubenzuckers aus Stärke 265. Anwendung desselben 267.

Gährungsgewerbe 267. Allgemeines 267. Hefe 268.

Weinbereitung 269. Zusammensetzung des Mostes 240. Gährung desselben 271. Hauptbestandtheile der Weinsorten 272. Conserviren der Weine nach Pasteur 273. Schaumweinfabrikation 275. Weinveredelung 277. Chaptalisiren 278. Gallisiren 278. Petiotisiren 278. Scheelisiren 279.

Bierbrauerei 279. Arten der Biere 279. Materialien der Brauerei 279. (Gerste 279. Hopfen 280.) 1) Malzbereitung 280. 2) Bereitung der Bierwürze 281. 3) Gährung derselben 284. Bestandttheile und Zusammensetzung des Bieres 286. Besteuerung des Bieres 287.

Spiritusfabrikation 288. Allgemeines 288. Alkohol und seine Eigenschaften 289. Materialien der Spiritusfabrikation 289. Getreidebranntwein 290. Kartoffelbranntwein 291. Spiritus aus Zuckerrübe 292. aus Rübenmelasse 293. aus Wein 293. aus Trestern und Weingeläger 293. Destillation der weingaren Maische 294. Destillirapparate 295. Entfuselung des Branntweins 296. Verwendung des Fuselöles 296. Ausbeute an Alkohol 297. Alkoholometer 298. Rückstände der Branntweinbrennerei 299. Presshefe 300. Spiritussteuer 301.

Brotbäckerei 304. Allgemeine Principien derselben 304. Zusammensetzung der Mehlsorten 305. Anmachen des Mehles 306. Gährung des Teiges 306. Kneten und Auswirken 306. Backen des Brotes 306. Surrogate des Fermentes für die Brotgährung 308. Ausbeute an Brot 309.

Essigfabrikation 309. Essig aus Alkohol 309. Bedingungen der Essigbildung 309. Weinessig 311. Branntweinessig 311. Obstessig 311. Bieressig 311. Essig aus Zuckerrüben 311. Schnellessigfabrikation 311. Essig aus Holzessig 313. Holzgeist 315.

Holzconservation 316. 1) Entfernung des Wassers 317. 2) Entfernung der Saftbestandtheile 317. 3) Chemische Veränderung der Saftbestandtheile 317. 4) Vererzung des Holzes 318. Terresin 318.

Tabak 319. Arten der Tabakpflanze 319. Bestandtheile des Tabaks 320. Rauchtabak 320. Schnupftabak 321.

Technische Anwendung der ätherischen Oele und Harze 321. Destillirte Wässer 322. Parfümerie 322. Liqueurfabrikation 323. Harze 324. Siegellack 325. Asphalt 325. Kautschuk 326. Vulkanisiren und Hornisiren desselben 327. Guttapertja 328. Firnisse 330. Leinölfirnisse 330. Druckerschwärze 331. Oellackfirnisse 332. Weingeistlackfirnisse 332. Terpentinöllackfirnisse 333. Regeneration der Oelgemälde 334.

Kitte 334. Kalkkitte 334. Oelkitte 335. Harzkitte 335. Eisenkitte 336. Stärkekitte 337.

V. Abschnitt.

Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.

(Seite 338 bis 403.)

Technologie der Wolle 338. Arten der Schafe 339. Arten der Wolle 339. Wollschweiss 339. Eigenschaften der Wolle 340. Verarbeitung der Wolle 341. Spinnen der Wolle 341. Kunst- oder Lumpenwolle 343. Tuch 343. Verarbeitung der Kammwolle 345. Glatte Wollstoffe 345.

Technologie der Seide 346. Seidenraupe und Arten derselben 347. Chemische Beschaffenheit des Seidenfadens 347. Zubereitung der Seide 348. Arten der Seide 348. Conditioniren und Entschälen der Seide 349. Seidenzeuge 350. Gemischte Stoffe 350.

Gerberei 350. Beschaffenheit der Haut 351. I. Roth- oder Lohgerberei 352. Eichenrinde und andere Gerbematerialien 352. Arten der Häute 354. Einzelne Arten der Lohgerberei 355. Reinmachen der Haut 355. Gerben der geschwellten Blösse 358. Zurichten der lohgaren Häute 360. Juchten 363. Saffian 364. Corduan 365. Lackirtes Leder 365. Instrumenten- oder Klavierleder 366. II. Alaun- oder Weissgerberei 366. Gemeine Weissgerberei 367. Theorie der Anwendung der Alaunbrühe 367. Ungarische Weissgerberei 368. Französische oder Erlanger Weissgerberei 369. III. Sämisch- oder Oelgerberei 371. Pergament 373. Chagrin 373. Fischhautchagrin 374.

Leimfabrikation 374. Haut- oder Lederleim 375. Knochenleim 377. Flüssiger Leim 378. Fischleim 378. Leimsurrogate 379. (Kleberleim, Eiweissleim, Caseïnleim 379.)

Phosphorfabrikation 379. Zusammensetzung der Knochen 380. Details der Phosphorbereitung 380. Formen des Phosphors 393. Phosphordarstellung nach Gentele 384. nach Gerland 384. Eigenschaften des gewöhnlichen Phosphors 384. Rother oder amorpher Phosphor 385.

Zündrequisiten 386. Chemische Feuerzeuge 386. Reibzündhölzchen 386. Antiphosphorfeuerzeuge 388. Schwedische Sicherheitshölzchen 388. Hochstätter's Zündhölzer 388. Zündmassen von Wiederhold 389.

Knochenkohle 389. Fabrikation derselben 389. Eigenschaften und Anwendung 389.

Milch 390. Zusammensetzung derselben 390. Milchextract 393. Butter 393. Käse und dessen Bereitung 394.

Fleisch 396. Zusammensetzung desselben 397. Fleischbrühe 397. Conserviren des Fleisches 399. Fleischextract 399. Appert's Conservationsmethode 400.

VI. Abschnitt.

Die Färberei und der Zeugdruck.

(Seite 404 bis 455.)

Allgemeines 404. Farbstoffe 404. Lacke und Lackfarben 405. Anstrichfarben 405. Tuschfarben 405. Pastellfarben 405. Saftfarben 405.

A. Theerfarbstoffe 406. Theer und Theerbestandtheile 406. Benzol 406. Nitrobenzol 407. Anilinöl 408. Anilinproduktion 410. I. Anilinfarben 410. 1. Anilinroth 410. 2. Anilinviolett 411. (a) Perkin's Violett oder Mauveïn 411. b) durch Phenylirung des Rosanilins 411. c) Neu- oder Jodviolett 412. d) Pariser Violett 412.) 3. Safranin 412. 4. Anilinblau 413. 5. Anilingrün 414. (Aldehydgrün 414. Jodgrün 414. Methylgrün 415.) 6. Anilingelb und Anilinorange 415. 7. Anilinschwarz 415. 8. Anilinbraun 416. II. Farben aus Phenol und Kresol 416. Phenylsäure 417. 1. Pikrinsäure 417. (Trinitrokresylsäure 417. Victoriaorange 417.)

2. Phénicienne oder Phenylbraun 417. - 3. Grénat soluble oder Granatbraun 418. 4. Corallin 418. (Aurin 418. Rosolsäure 419.) 5. Azulin 419. 6. Phtalsäure-Phenolfarbstoffe 419. III. Naphtalinfarben 419. Naphtalin 419. 1. Martiusgelb 420. 2. Magdalaroth 421. 3. Naphtazarin 421. 4. Violette und blaue Naphtalinfarbstoffe 422. IV. Anthracenfarben 422. Anthracen 422. Anthrachinon 423. Alizarin 422. Alizarinproduktion 424. V. Farben aus Cinchonin 425. Cyanin oder Lepidinblau 425. VI. Farben aus Resorcin 425. VII. Farben aus Harnsäure 425.

B. Pflanzliche und thierische Farbstoffe 426. Rothe Farbstoffe 426. (Krapp und Krapppräparate 426. Krapplack 427. Krappblumen 427. Azale 427. Pincoffin 427. Garancin 427. Garanceux 428. Rothholz 428. Santelholz 428. Safflor 429. Cochenille 429. Lac-Dye 430. Orseille 430. Persio 431.) Blaue Farbstoffe 431. (Indig 432. Campecheoder Blauholz 434. Lakmus 434.) Gelbe Farbstoffe 435. (Gelbholz 435. Fisetholz 435. Orlean 435. Gelbbeeren 435. Curcuma 436. Quercitron 436.) Braune, schwarze und grüne Farben 437.

Bleicherei 437. Allgemeines 437. Chemische und mechanische Hülfsmittel der Bleicherei 437. Bleichen der Baumwolle 439. Bleichen der Seide 438. Wollenbleiche 440.

Färberei der Gespinnste und Gewebe 440. Allgemeines 440. Beizen oder Mordants 441. Wollfärberei 442. (Blaufärben mit Indig 442. mit Berlinerblau 443. Gelbfärben 444. Rothfärben 444. Weisses Tuch 445.) Seidenfärberei 445. Baumwollfärberei 447. Türkischroth 448. Färben der leinenen Zeuge 448.

Zeugdruckerei 449. Allgemeines 449. Baumwolldruckerei 451. Färben aus dem Kessel 451. Applications- oder Tafelfarben 452. Aetzdruck 453. Drucken mit Theerfarben 453. Bedrucken von Leinwand 454. Wollzeugdruck 454. (Golgasdruck 454. Berylldruck 454.) Seidendruckerei 454. Mandarinage 455. Bandanasdruck 455.

VII. Abschnitt.

Die Beleuchtung.

(Seite 456 bis 522.)

Allgemeines und Leuchtmaterialien 457. Arten der Beleuchtung 457.

I. Beleuchtung mit Kerzen 460. Fabrikation der Stearinkerzen 460. (Darstellung der Fettsäuren mit Kalk 461. Mit Schwefelsäure und Destillation 462. mit Wasser und Wasserdämpfen 463. Darstellung der Kerzen 463.) Talgkerzen 465. Paraffinkerzen 466. Wachskerzen 467. Andere Wachsarten 468. (Chines. Wachs 468. Andaquieswachs 469. Carnaubawachs 468. Palmenwachs 468. Myrthenwachs 468. Ceresin oder imitirtes Bienenwachs 469.) Glycerin und seine Anwendungen 470.

II. Beleuchtung mittelst Lampen 473. Allgemeines und Eintheilung der Lampen 474. (Sauglampen 477. Drucklampen 477. Hydrostatische Lampen 478. Statische Lampen 479. Mechan. Lampen 479. Uhrlampe 479. Federlampe 480. Solaröl- und Petroleumlampen 481.)

III. Beleuchtung mit Gas 482. I. Steinkohlengas 483. (Allgemeines 483. Darstellung des rohen Gases 486. Condensation der flüchtigen Destil-

lationsproducte 488. Condensatoren 490. Scrubber 490. Exhaustoren 490. Reinigung des Leuchtgases 491. Gasbehälter 492. Vertheilung des Leuchtgases 494. Gas am Consumtionsorte 495. Gasuhren 496. Brenner 497. Nebenprodukte der Kohlengasbereitung 498. Zusammensetzung des gereinigten Kohlengases 500.) II. Holzgas 501. III. Torfgas 502. IV. Wassergas 508. V. Luftgas 509. VI. Schieferöl- und Petroleumgas 503. VII. Kalklicht 505. Magnesium- und Magnesialicht 506. Zirkonlicht 506. Carboxygenlicht 506. Elektrisches Licht 507.

Paraffin- und Solarölindustrie 508. Paraffin aus Petroleum 509. aus Ozokerit 509. aus bituminösem Schiefer 510. aus Braunkohle etc. 511. Fabrikation des Solaröls 517.

Petroleum 518. Allgemeines und Vorkommen 519. Reinigung 520. Arten Petroleum 522. Petroleumproduktion 522.

VIII. Abschnitt.

Die Heizung.

(Seite 523 bis 555.)

Allgemeines über Heizstoffe 523. Brennbarkeit derselben 524. Wärmeeinheiten 524. Ermittelung der Verdampfungskraft 525. Mechanisches Aequivalent der Wärme 527.

Brennmaterialien im Besonderen 528. Holz 528. Holzkohlen 528. Schwarzkohle 529. Röst- oder Rothkohle 531. Rothholz 531.

Torf 532. Bildung und Arten des Torfes 532. Fabrikation von Presstorf 532.

Braunkohle 533. Bildung und Arten derselben 534. Anwendbarkeit der Braunkohle 534.

Steinkohle 535. Entstehung derselben 535. Anthracit 535. Backkohle 536. Sandkohle 536. Sinterkohle 536. Zusammensetzung der Steinkohlen 537. Verdampfungskraft derselben 538. Bogheadkohle 539. Blattelkohle 539. Wemyskohle 539.

Petroleum als Brennmaterial 540.

Koks 541. Arten des Koks 541. Nasse Aufbereitung der Steinkohlen 541. Verkoken in Meilern 542. in Haufen 542. in Oefen 542. in Retorten 544. Zusammensetzung der Koks 544. Briquetten (Kohleziegel) 544. Brennbare Gase 545. Gichtgase 545. Generatorgase 545.

Heizung und Feuerung 545. α) Heizung von Wohnungen 548. Kaminheizung 546. Ofenheizung 546. Luftheizung 547. Heisswasserheizung 548. Heizung mit Wasserdämpfen 549. Leuchtgas und Gas überhaupt als Leuchtmaterial 550. β) Kesselfeuerung mit Rauchverzehrung 551. Entfernen des Rauches durch Waschen 552. Anwendung verbesserter Roste 552. (Treppenrost 552. Etagenrost 552. Kettenrost 552. Rotirender Rost 553.) Verbesserte Zufuhr des Brennmaterials 553. Verhütung der Rauchbildung durch ungleiche Rostbeschickung 554. Rauchverbrennung durch Luftnebenströme 554. Rückblick auf die Vorschläge zur Rauchverbrennung und Rauchverhütung 555.

Einleitung.

Die wirthschaftliche Thätigkeit des Menschen ist eine dreifache, sie ist entweder producirend oder veredelnd oder vertheilend (umsetzend).

Man unterscheidet daher zwischen

1) Produktion oder Gütererzeugung (d. i. die Ausbeutung von Grund und Boden durch die rein occupatorischen Gewerbe — Jagd, Fischerei, Berg- und Salinenbau — oder die Landbaugewerbe — Ackerbau, Viehzucht, Gartenbau, Forstwirthschaft —);

2) Fabrikation und

3) Handel (d. i. Vertheilung des Gütervorrathes von Land zu Land, von Ort zu Ort — Grosshandel — oder an die einzelnen Bewohner des nämlichen Ortes — Kleinhandel —).

Die veredelnde Arbeit, die es mit der Zubereitung und Verarbeitung der Rohstoffe zu thun hat, bildet nun das Gewerbe im engern Sinne oder diejenige Gruppe von Gewerben, die man Gewerke nennt.

Die Lehre von den Gewerken (d. i. von den stoffveredelnden Gewerben) ist die Technologie.

Gewerkslehre und Technologie sind gleichbedeutend.

Die Technologie ist ein Theil der Gewerbelehre oder Gewerbekunde, die ausser den Gewerken auch noch die occupatorischen Gewerbe (Bergbau, Fischerei etc.), die Landbaugewerbe (Acker- und Gartenbau, Viehzucht, Forstwirthschaft) und die Handelsgewerbe umfasst.

Sie ist keine selbständige Wissenschaft, sondern ruht auf den Principien und Erfahrungssätzen der Mechanik und der Naturwissenschaften mit steter Berücksichtigung der Forderungen des wirthschaftlichen Lebens.

Ihre praktische Aufgabe ist die Lehre von der Verarbeitung der Rohmaterialien zu Gegenständen des physischen Gebrauches. Ihre wissenschaftliche Seite soll die technisch-industrielle Thätigkeit auf ihre naturwissenschaftliche Basis zurückführen und zeigen, in welcher Weise diese Thätigkeitsäusserung zum Vortheile des wirthschaftlichen Lebens und der sittlichen Menschheit auszubeuten sei.

Die den Gewerken dargebotenen Rohstoffe sind entweder Naturprodukte (entweder der Urproduktion oder der Landbaugewerbe) oder sie können auch Fabrikate (aus den Hütten der Metallurgie, aus den chemischen Fabriken, aus den Gerbereien, aus den Spinnereien und Webereien, aus den Sägemühlen, aus den Holzstoffbereitungsanstalten) sein.

Durch die Verarbeitung (oder Veredelung) der Rohstoffe zum Zwecke des Schaffens von Werthen wird das Material verändert und zwar entweder

1) nur nach seiner Form oder
2) nur nach seiner innerlichen Körperlichkeit (Substanz, Materie), oder
3) nach seiner Form und Substanz.

Diejenige Gruppe von Gewerken, durch welche der Rohstoff nur seine Form verändert, macht das Wesen der mechanischen Gewerkslehre oder mechanischen Technologie aus.

Beispiele hierher gehörender Gewerke sind Spinnerei, Weberei, Wirkerei; ferner die meisten Arten der Holz- und Metallverarbeitung.

Die chemische Gewerkslehre oder chemische Technologie — und nur mit diesem Theile der Gewerkslehre im Allgemeinen haben wir es hier zu thun — umfasst nur diejenige Gruppe von Gewerken, welche den Rohstoff seiner Natur und deshalb folgerecht auch seiner Form nach verändert und verarbeitet.

Die in dem vorliegenden Grundriss zu beschreibenden Gewerke gehören sämmtlich der chemischen Gewerkslehre an.

Eine consequente Durchführung der Theilung der Gewerke in mechanische und chemische ist mit Schwierigkeiten verknüpft. Es giebt Gewerke — es seien speciell hervorgehoben die Glasfabrikation und die Keramik — welche mit gleichem Rechte von der mechanischen wie von der chemischen Technologie beansprucht werden können, insofern durch sie Form und Substanz eine Veränderung erleiden.

In der mechanischen Gewerkslehre spielt die Maschine in allen ihren Nüancen als Motor oder Kraftmaschine, als Transmission und Regulator, endlich als Werkzeug- und Fabrikationsmaschine, eine

weit hervorragendere Rolle als in der chemischen Technologie. Hier erstrecken sich die Fortschritte und die möglichen Verbesserungen hauptsächlich:

α) auf Ersparniss an Rohstoff und wo nur immer thunlich, auf Regeneration desselben (sei es als Rohmaterial für andere Gewerbe, sei es in Form der Zurückführung in den Kreislauf der Landwirthschaft);

β) auf Ersparniss an Brennstoff (z. B. durch Verwerthung der Gichtgase der Hochöfen zur Winderhitzung uud Kesselfeuerung, durch Einführung des Regenerationssystems, durch Anwendung zweckmässiger Röstöfen u. s. w.) und

γ) auf Ersparniss an Zeit durch Abkürzung und Verbesserung der einzelnen Operationen (namentlich in den Vorbereitungsarbeiten, den Processen auf nassem Wege und der Einführung von Hülfsvorrichtungen. In Bezug auf Zeitersparniss geht die industrielle Strömung dahin, den periodischen Betrieb in einen continuirlichen überzuführen; die volle und ununterbrochene Arbeit bei Tag und Nacht ist überhaupt die Cardinalbedingung einer hohen Rentabilität in allen denjenigen Industriezweigen, deren Natur eine ununterbrochene Arbeit zulässt).

In der *ideellen* chemischen Fabrik — dem *Thünen*'schen isolirten Staate der Volkswirthschaftslehre vergleichbar — giebt es, streng genommen, keine Abfälle, sondern nur Produkte (Haupt- und Nebenprodukte). Je besser in der *realen* Fabrik die „Abfälle" verwerthet werden, desto mehr nähert sich — gesicherten und vortheilhaften Bezug der Rohstoffe und lohnenden Absatz vorausgesetzt — der Betrieb seinem Ideal, desto grösser ist die Rente.

I. Abschnitt.

Die chemische Metallurgie, die wichtigeren Legirungen und Metallpräparate.

Allgemeines.

Die Metallurgie im engeren Sinne des Wortes umfasst die Lehre von den theils mechanischen, theils chemischen Processen und Operationen, durch welche die Metalle und gewisse Verbindungen derselben im Grossen (in Hüttenwerken) dargestellt werden. Wir haben es hier ausschliesslich mit den chemischen Hüttenprocessen zu thun, indem wir die Veränderungen verfolgen, welche das Erz unter der Hand des Hüttenmannes erfährt, bis dahin, wo das Metall oder ein anderes Hüttenprodukt daraus hervorgeht. Die Metalle, mit deren Ausbringung sich die Metallurgie beschäftigt, sind: Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Blei, Chrom, Zinn, Wismuth, Zink, Antimon, Arsen, Quecksilber, Platin, Silber, Gold. An die genannten Metalle schliessen sich an das Aluminium und das Magnesium, welche indessen zur Zeit noch nicht metallurgisch, sondern in chemischen Fabriken dargestellt werden.

Nur wenige Metalle finden sich gediegen, die meisten kommen in chemischen Verbindungen im Mineralreiche, in den Erzen vor, worunter man gewöhnlich ein Gemenge einer oder mehrerer jener natürlichen Verbindungen mit dem begleitenden Gestein versteht, welches durch seinen Metallgehalt die Aufmerksamkeit des Berg- und Hüttenmannes auf sich zu lenken geeignet ist. Die Erze sind das Material, das von dem Hüttenmann zugute gemacht wird. Diejenigen Stoffe, mit denen das Metall am häufigsten in den Erzen verbunden vorkommt, sind der Sauerstoff und der Schwefel.

Die Erze (welche auf Gängen, in Lagern, in Nestern oder in Impräg-

nationen vorkommen) sind theils mit Erzen anderer Metalle vermengt, theils durch die Gebirgsart verunreinigt, in welcher die Lagerstätte des Erzes sich befindet. Daher bedürfen die Erze meist einer Zertheilung und Scheidung von den fremden Erzen und den beigemengten erdigen Massen (Gangart, taubes Gestein). Die dies bezweckende Arbeit, mit anderen Worten die mechanische Reinigung der bergmännisch gewonnenen Erze heisst die Aufbereitung. Häufig beginnt schon an der Grube die Scheidung, indem man alles taube Gestein bei Seite wirft. Man sortirt die Erze gewöhnlich in drei Haufen; der erste Haufen (Stuferze) ist so reichhaltig, dass er direct in der Hütte verschmolzen werden kann; der zweite Haufen enthält ärmeres Erz (Mittelerz), welches, ehe es zugutegemacht werden kann, aufbereitet werden muss; der dritte Haufen besteht zum grössten Theile aus Gangart, so dass die geringe Quantität des darin enthaltenen Erzes die Ausbringungskosten nicht deckt. Die Aufbereitung der Erze geschieht entweder nur durch Menschenhände (trockene Aufbereitung), oder durch Maschinenkraft (künstliche oder nasse Aufbereitung). Der letzteren geht die erstere stets voran; die nasse Aufbereitung soll nur vollenden, was durch die Aufbereitung auf trockenem Wege nicht mehr ausgeführt werden konnte.

Durch die Operation der bergmännischen Aufbereitung erlangen die Erze jene Reichhaltigkeit, welche zu der Verarbeitung derselben in den Hütten erforderlich ist. Ehe man den Schmelzprocess einleitet, ist in vielen Fällen eine Vorbereitung der Erze nothwendig, die entweder im Verwittern und Abliegen der Erze an der Luft besteht, oder in einer Erhitzung ohne Luftzutritt, dem Brennen, oder mit Luftzutritt, dem Rösten. Durch das Verwittern und Abliegen an der Luft bezweckt man eine mechanische Absonderung des Lettens und Schieferthones von den Erznieren, wie es hauptsächlich bei den Eisenerzen und bei dem Galmei vorkommt, auch zuweilen eine Oxydation der Eisenerze und des beigemengten Schwefelkieses zu Eisenvitriol, der dann durch den Regen fortgewaschen wird. Das Brennen, Calciniren oder Mürbebrennen soll gewisse Erze, wie Eisensteine, Galmei, Kupferschiefer etc., auflockern dadurch, dass flüchtige Stoffe wie Wasser, Kohlensäure, bituminöse Substanzen, ausgetrieben werden, oder allein durch die ausdehnende Kraft der Wärme. Durch das Rösten bewirkt man eine ähnliche, aber durchgreifendere Wirkung; man erhitzt dabei die Erze bis zu einer Temperatur, bei welcher noch keine Schmelzung stattfindet, wohl aber chemische Einwirkung der Luft und Wärme, zuweilen auch fester Zuschläge wie Kochsalz auf das zu röstende Erz stattfinden kann. Man will durch das Rösten immer eine Oxydation, theils mit, theils ohne Verflüchtigung bezwecken. Letzterer Fall findet z. B. statt beim Rösten des Magneteisensteines, dessen Oxydul allmählich in Oxyd übergeht.

Auf die Vorbereitung folgt das Zugutemachen der Erze, wobei in der Regel der Schmelzprocess Anwendung findet, durch welchen man die Ausbringung des Metalles oder einer Verbindung desselben beabsichtigt. Diejenigen chemischen Operationen im Grossen, welche mit der Ausbringung eines Metalles oder einer Verbindung desselben endigen, nennt man Hüttenprocesse. Nur selten macht man einzelne Erzsorten für sich allein zugute, in den meisten Fällen mischt man ärmere und reichere Erze derselben Art, um die Erzmasse auf einen gewissen mittleren Gehalt zu

bringen. Diese Mengungsarbeit nennt man das Gattiren (Maschen, Mischen, Möllern). Man bezweckt dabei auch die verschiedenen Gangarten, welche die Erze begleiten, in der Weise zu mengen, dass sie beim darauf folgenden Schmelzen zur Bildung einer Schlacke von erforderlicher Beschaffenheit beitragen. Wo durch das Gattiren der Erze eine solche Beschaffenheit nicht herzustellen ist, setzt man gewisse Substanzen hinzu, die man je nach ihrer Wirkung Zuschläge oder Flüsse nennt. Zuschläge veranlassen die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheils aus einem Erze oder aus einem Hüttenprodukte und dienen zu dessen Ansammlung. Die Zuschläge sind Röstzuschläge wie Kohle, gebrannter Kalk, Kochsalz, Schmelzzuschläge wie Quarz und gewisse Silicate, Kalkmineralien wie Kalkstein, Flussspath, Thonmineralien wie Thonschiefer, Lehm u. s. w. Die Flüsse befördern nur die Abscheidung des Metalles, indem das Erz leichtflüssiger gemacht wird und die ausgebrachten Metalltheilchen sich leichter vereinigen können.

Durch die Hüttenprocesse werden die Hüttenprodukte erzeugt, welche sind 1) durch den Schmelzprocess fallende Metalle — Edukte. Der relative Grad ihrer Reinheit wird bei edlen Metallen mit fein (Feinsilber, Feingold), bei unedlen Metallen mit gar oder roh (Garkupfer, Roheisen) bezeichnet. Ein höherer Grad von Reinheit wird durch das Wort raffinirt ausgedrückt. 2) Solche Hüttenprodukte, welche in den Erzen nicht fertig gebildet enthalten sind, sondern erst während des Zugutemachens in der Weise sich bilden, dass mehrere Bestandtheile der Erze und der Beschickung sich vereinigen, nennt man Hüttenfabrikate; sie sind meist schon Handelswaare; es gehören hierher das antimon- und arsenhaltige Hartblei, der Stahl, die Arsenikalien (arsenige Säure, Operment und Realgar), das Schwefelantimon etc. Bei der Erzeugung der Edukte bilden sich vielfache Nebenprodukte, die, wenn sie noch so viel von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass die weitere Verarbeitung möglich wird, 3) Zwischenprodukte, im entgegengesetzten Falle, in welchem sie als nicht schmelzwürdig aus der Hütte entfernt werden, 4) Abfälle heissen. Die Zwischenprodukte sind Legirungen (Tellersilber aus Silber, Kupfer und Blei bestehend; Werkblei, Blei mit etwas Silber und Kupfer; Schwarzkupfer, Kupfer mit Eisen, Blei etc.), Schwefelmetalle (Steine, Leche), Arsenmetalle (Speisen, so z. B. die Kobalt- oder Nickelspeise der Blaufarbenwerke im wesentlichen Arsennickel), Kohlenmetalle (z. B. Roheisen und Stahl), Oxyde (z. B. Bleiglätte).

Die hauptsächlichsten Hüttenabfälle sind die Schlacken, jene bei den meisten Schmelzprocessen erfolgenden glas- und emailähnlichen Massen, deren wichtigste die Silicatschlacken, d. h. Verbindungen der Kieselsäure mit Erden (besonders Kalk, Magnesia, Thonerde) und Metalloxyden (Eisen-

oxydul, Manganoxydul etc.) sind. Sie bilden sich bei Schmelzprocessen aus den in den Rohmaterialien nie fehlenden Beimengungen und Zuschlägen und erfüllen bei der Ausbringung der Metalle den wichtigen Zweck, die mit ihnen zugleich sich ausscheidenden Metall- oder Schwefelmetallpartikelchen vor der oxydirenden Gebläseluft zu schützen, indem sie dieselben einhüllen und ihnen endlich sich zu vereinigen gestatten. Sie leisten ausserdem auch als Zuschläge oft wichtige Dienste und werden nicht selten wegen eines in ihnen noch befindlichen Metallgehaltes verschmolzen.

Das Eisen.

($Fe = 56$; spec. Gew. $= 7{,}7$.)

Das Eisen ist das wichtigste und nützlichste aller Metalle, da sein Gebrauch mit allen Zweigen der Technik und fast allen Bedürfnissen des Lebens auf das Innigste verwebt ist. Die ausserordentliche Anwendung verdankt das Eisen, ausser seinem massenhaften Vorkommen, hauptsächlich der Leichtigkeit, mit der es in Folge eigenthümlicher Modificationen bei seiner Darstellung und Verarbeitung unter gänzlich verändertem Charakter, mit neuen und immer nutzbaren Eigenschaften auftritt. So häufig nun auch Mineralien sich finden, welche Eisen enthalten, so eignen sich doch nur wenige davon zu Eisenerzen und mit Vortheil können nur die Sauerstoffverbindungen des Eisens zur Darstellung im Grossen angewendet werden.

Die wichtigsten Eisenerze (Eisensteine) sind folgende:

1) Der Magneteisenstein Fe_3O_4 ist das reichste Eisenerz (es enthält gegen 72 Proc. Eisen), und findet sich allgemein verbreitet, besonders aber in Schweden vor. 2) Der Rotheisenstein oder der Eisenglanz Fe_2O_3 enthält 69 Proc. Eisen. Er heisst nach seinen physikalischen Eigenschaften Glaskopf (Blutstein), Eisenrahm, Eisenocker. Mit Kieselerde gemengt heisst der Rotheisenstein Kieseleisenstein, mit Thon gemengt der rothe Thoneisenstein, mit Kalkverbindungen gemengt Minette, mit sehr verschiedenem Eisengehalt. Der Eisenglanz ist krystallisirtes Eisenoxyd, dessen bedeutendste Lagerstätte sich auf der Insel Elba findet. 3) Der Spatheisenstein (Eisenspath, Stahlstein) $FeCO_3$ (mit 48,3 Proc. Eisen) ist der Hauptbestandtheil der metallführenden Formation; er enthält fast immer grössere oder geringere Mengen von kohlensaurem Manganoxydul. Das kugelige, nierenförmige kohlensaure Eisenoxydul heisst Sphärosiderit. Ausserdem führt er in seinen verschiedenen Zuständen die Namen Kohleeisenstein, Flinz, Blackband. Letzteres, für Schottland (und Westphalen) von grosser Bedeutung, ist ein Gemenge von Spatheisenstein mit Kohle und Schieferthon, flötzartig in den oberen Gebilden der Steinkohlenformation abgelagert. Der Thoneisenstein oder Clayband, besonders in England sich findend, ist ein inniges Gemenge von Spatheisenstein mit Thonmineralien. 4) Aus dem Spatheisen-

stein entsteht als secundäres Produkt der Brauneisenstein. 5) Bohnerz, kuglige Körner meist mit concentrisch schaliger Absonderung, ein häufig im südwestlichen Deutschland und in Frankreich in der Juraformation vorkommendes Eisenerz. Es besteht entweder aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Wasser, oder aus Brauneisenstein und Kieselthon. 6) Der Raseneisenstein (Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz) entsteht durch die Einwirkung von kohlensäurehaltigem, Eisenoxydul enthaltendem Wasser auf Vegetabilien. Er kommt in knolligen oder schwammartigen Massen von brauner oder schwarzer Farbe vor und besteht aus Eisenoxydulhydrat, Manganoxyd, Phosphorsäure, organischen Bestandtheilen und Sand. Ausser den Eisenerzen wendet man auch hier und da eisenoxydulreiche Schlacken aus Frischfeuern, Puddelöfen etc., welche 40—75 Proc. Eisen enthalten, ferner Bohr- und Drehspäne, Glühspan, Abfälle von Schmiedeeisen, Bruchstücke von Roheisen etc. entweder für sich, oder gemeinschaftlich mit Eisenerzen zur Darstellung von Roheisen an. Die Schwefelkiesabbrände (Blue Billy) der Schwefelsäurefabriken werden seit einiger Zeit, nachdem ihr Kupfer- und Silbergehalt auf nassem Wege entfernt worden, auf graues Roheisen verschmolzen.

In früheren Zeiten, und jetzt nur noch spärlich in einigen Gegenden, war die directe Darstellung des Eisens (Stabeisen) aus den Erzen durch die sogenannte Rennarbeit oder Luppenfrischerei sehr üblich; die Rennarbeit lieferte zwar ein vorzüglich reines und zähes Stabeisen, gestattete jedoch nur eine geringe Ausdehnung der Fabrikation und eine sehr unvollkommene Benutzung der Erze. Gegenwärtig gewinnt man fast durchgängig das Eisen, indem man zuerst Roheisen darstellt und dieses dann durch den Puddel- oder Frischprocess entkohlt.

Das Ausbringen des Eisens zerfällt in das Rösten und in das Zugutemachen. Das Rösten der Eisenerze hat zum Zweck, gewisse Substanzen, wie das Wasser und die Kohlensäure zu entfernen, die Masse dadurch mürber und poröser und so zur Reduktion geschickter zu machen und das etwa vorhandene Eisenoxydul in Eisenoxyd überzuführen, welches minder leicht verschlackt wird. Die gerösteten Eisenerze werden darauf (unter Stempeln, Pochhämmern oder Walzwerken) zerkleinert und reichere Erze mit ärmeren in dem Verhältniss gemischt (gattirt), welches nach der Erfahrung die grösste Ausbeute giebt. In neuerer Zeit werden hier und da (nach dem Verfahren von J. Jacobi in Kladno in Böhmen) die Eisenerze durch Digeriren mit wässriger schwefliger Säure von einem grossen Theile ihrer Phosphorsäure befreit, welche letztere ein für die Zwecke der Agricultur sehr werthvolles Nebenprodukt des Eisenhüttengewerbes geworden ist. Die gemengten Erze, welche aus einer Sauerstoffverbindung des Eisens und Ganges (Kieselsäure

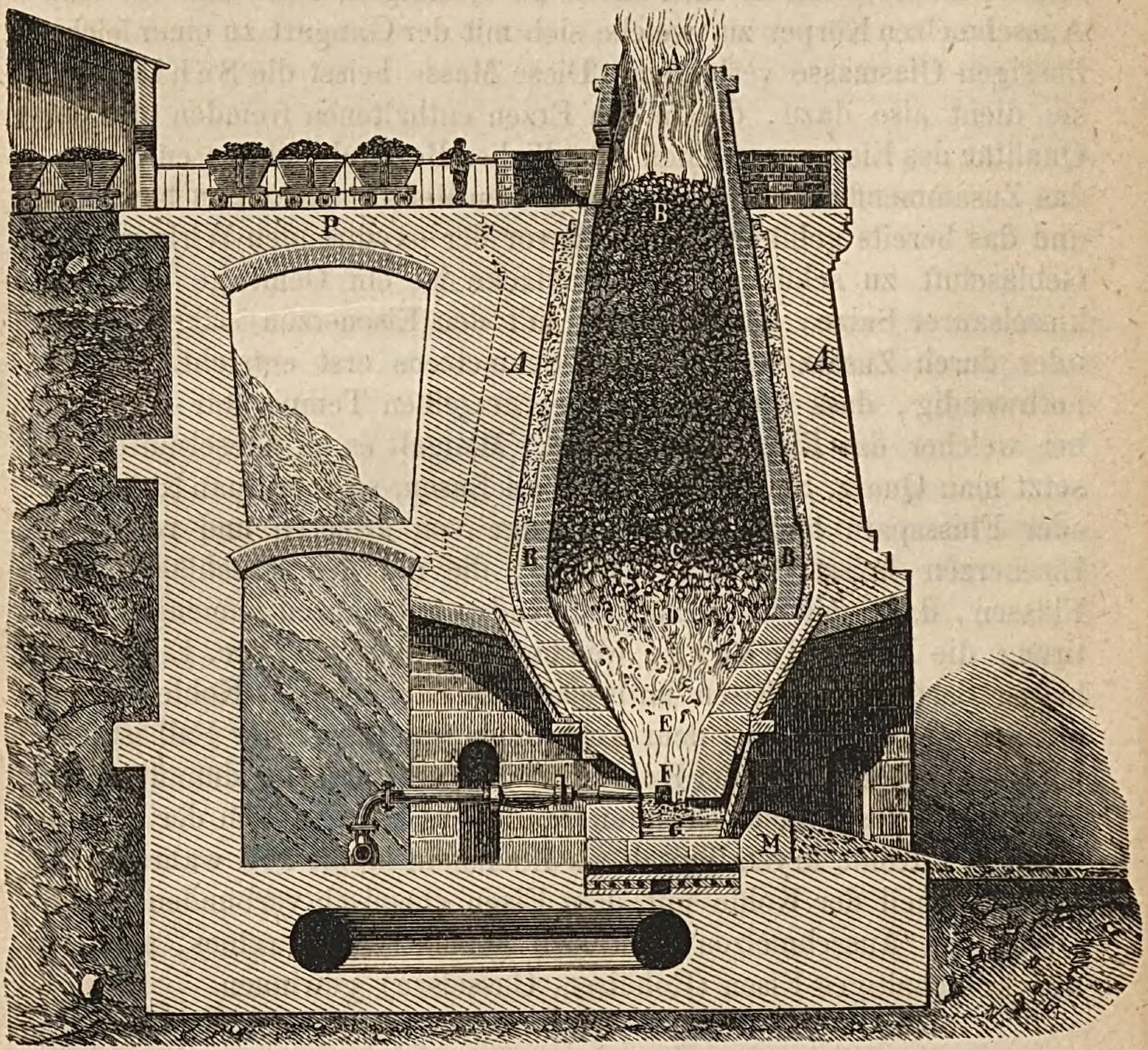
oder Kalk) bestehen, werden mit kohlehaltigen Substanzen gemengt und stark erhitzt zu metallischem Eisen reducirt, die Kohle wirkt bei dem Ausbringen des Eisens als Brennmaterial und als Reduktionsmittel. Nähme man den Process in der Weise vor, dass man die zerkleinerten und gerösteten Erze mit Kohle mengte und dem Schmelzprocess unterwürfe, so würde man das Eisen in fein zertheilter Gestalt als schwammige Metallmasse erhalten. Um nun das fein zertheilte Eisen zu einer Masse zu vereinigen, setzt man vor dem Ausschmelzen Körper zu, welche sich mit der Gangart zu einer leichtflüssigen Glasmasse verbinden. Diese Masse heisst die Schlacke; sie dient also dazu, die in den Erzen enthaltenen fremden und der Qualität des Eisens zum Theil schädlichen Bestandtheile zu entfernen, das Zusammenfliessen der geschmolzenen Metalltheilchen zu bewirken und das bereits gebildete Roheisen vor der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft zu schützen. Die Schlacke ist ein Gemenge mehrerer kieselsaurer Salze, das entweder mit den Eisenerzen selbst bricht, oder durch Zusatz während des Schmelzens erst entsteht. Es ist nothwendig, dass die Schlacke bei derselben Temperatur schmilzt, bei welcher das Eisen flüssig wird. Mangelt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, Sand, mangelt es an Basen, so setzt man Kalkstein oder Flussspath hinzu. Das Gemenge von ärmeren und reicheren Eisenerzen heisst die Gattirung, die mit den Zuschlägen und Flüssen, d. h. mit den schlackebildenden Substanzen gemengte Gattirung die Beschickung, welche nicht über 50 Proc. Eisen enthalten darf. Wenn Eisen im breiartigen Zustande mit Kohle zusammenkommt, wie dies bei dem Ausbringen des Eisens der Fall ist, so wird ein grosser Theil der Kohle von dem entstandenen dünnflüssigen Roheisen gelöst; beim Erkalten des Eisens scheidet sich der grösste Theil der Kohle krystallinisch als Hochofengraphit ab, während ein anderer Theil der Kohle mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt. Durch das Ausschmelzen lässt sich demnach kein reines, sondern nur kohlehaltiges Eisen (Roheisen, Gusseisen) gewinnen.

α) Roheisen.

Die Darstellung des Roheisens geschieht gegenwärtig fast allgemein durch den Hochofenprocess. Der hierzu dienende Ofen, der Hochofen ist ein mit starkem Gemäuer (Rauhmauer *A* [Fig. 1]) umgebener Schachtofen von 14 bis 35 Meter Höhe, dessen innerer Theil der Kernschacht oder die Seele die Gestalt zweier, mit den Grundflächen aneinander gefügter, abgestutzter Kegel hat. Die Mauer des eigentlichen Kernschachtes *B* umgiebt eine zweite, welche den Rauhschacht bildet, an welche sich das

Mauerwerk des Ofens, die Rauhmauer *A* anschliesst. Zwischen Kern- und Rauhschacht findet sich ein Raum für die Füllung aufgespart, welcher mit schlechten Wärmeleitern (Asche, Schutt) angefüllt ist und zugleich der Ausdehnung des Kernschachtes durch die Wärme den nöthigen Spielraum gestattet. Der Theil des Kernschachtes von *B* nach *C* heisst der Schacht, von *D* nach *E* die Rast. Der Theil *B*, wo der Kernschacht den grössten Durchmesser hat, wird Kohlensack oder Bauch genannt. Unterhalb

Fig. 1.



der Rast zieht sich der Raum zu dem Gestell *F* zusammen, dessen unterer Theil (der Eisenkasten) das geschmolzene Roheisen aufnimmt. In dem Gestell, der wichtigste Theil des Hochofens, insofern in demselben der Schmelzprocess vor sich geht, befinden sich, einander gegenüber liegend, zwei Oeffnungen mit eingesetzten, konischen Röhren (Formen) *b*, in welche die Mundstücke (Düsen, Deusen, Deupen) der Windleitungsröhren, welche den Hochofen mit Luft versehen, eintreten. Die obere Oeffnung des Schachtes *A* heisst die Gicht, durch dieselbe wird Beschickung

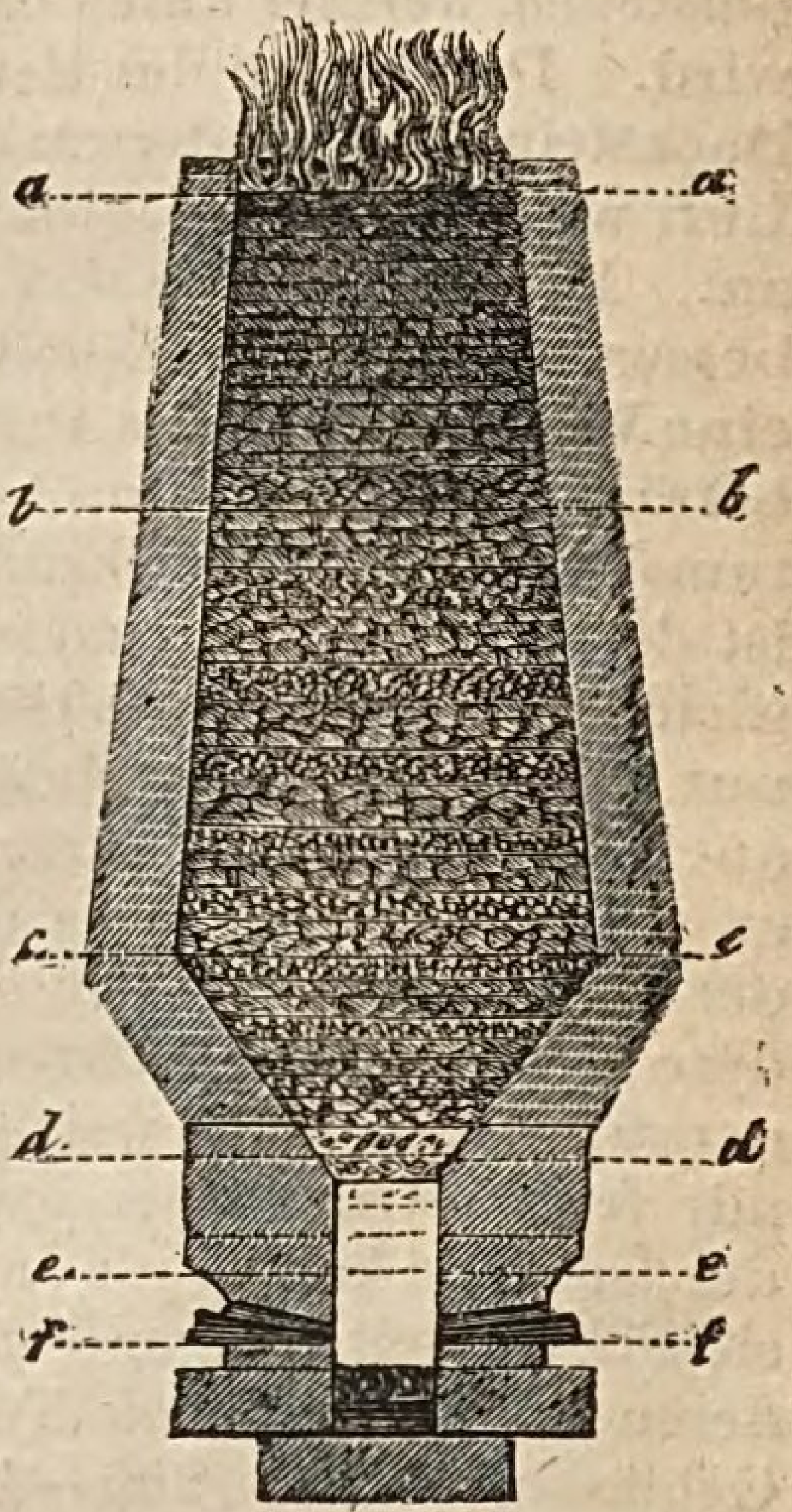
und Brennmaterial in den Hochofen gebracht. Letzterer ist entweder an einem Abhange gebaut, so dass man auf einem Wege zur Gicht gelangen kann, oder es führt zu demselben die Gichtbrücke *P*. Der untere Theil des Gestelles ist nach der Vorderseite hin verlängert und bildet den Vorherd, welcher durch den Wallstein *M* begrenzt ist. Auf der einen Seite steht der Wallstein von der Wand ab und bildet eine Spalte, die sogenannte Abstichöffnung, welche während des Schmelzens mit Thon verstopft ist, darauf aber zum Ablassen des geschmolzenen Eisens und der Schlacke dient. Der Wallstein ist zum Schutze mit einer Eisenplatte bedeckt. Die Brustwand reicht nicht bis auf den Boden des Herdes, sondern endigt in einer bestimmten Höhe über demselben mit einem Gewölbe oder Stein, dem Tümpelstein *o*, welcher durch ein massives Eisenstück, das Tümpeleisen, getragen wird. Den Boden des Herdes bilden die Bodensteine, die Seitenwände die Backsteine, die Hinterwand ein Rückstein. Zum Speisen des Hochofens mit Luft wendet man gegenwärtig allgemein das sogenannte Cylindergebläse an. Die Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist eine der wichtigsten Verbesserungen in dem Eisenhüttenwesen, die erhitzte Luft veranlasst nämlich eine Verminderung des Aufwandes an Brennmaterial (die Brennstoffersparniss beträgt $^1/_3$—$^2/_5$, im Durchschnitt also 0,366 des früher verbrauchten Quantums) und eine Vermehrung der absoluten Produktion um 50 Proc.; dabei ist der Ofengang regelmässiger und die Arbeit im Herde weit leichter, obgleich man auf anderen Hütten das Entgegengesetzte behauptet, indem nicht nur Störungen im regelmässigen Gange des Hohofens stattfanden, sondern auch die übermässig hohe Temperatur im Gestell die feuerfestesten Steine zu sehr angriff und daher die Campagnen bedeutend abkürzte. Das Erhitzen der Gebläseluft geschieht entweder durch die Gichtgase, oder durch besondere Feuerungen in Röhrenapparaten, oder endlich durch Siemens' Regenerativsystem, nach welchem man Gicht- oder Generatorgase durch einen mit feuerfesten Steinen lose ausgefüllten Raum und dann nach Abstellung der Gase die kalte Luft durch die glühend gewordenen Steine leitet, wobei sie sich zu weit höheren Temperaturen erhitzen lässt, als in Röhrenapparaten, deren Material hohen Temperaturen nicht widersteht. Man erhitzt die Gebläseluft bis auf 200—400° C. Koksöfen erfordern pro Minute gewöhnlich 50 bis 100 Kubikmeter Luft.

Der Hochofenbetrieb erfolgt auf folgende Weise. Man heizt zuerst den Ofen an, indem man auf dessen Boden Holz anzündet und darauf das Brennmaterial (in Deutschland früher meist Holzkohlen, gegenwärtig wie in England Koks, mitunter auch Anthracit, selten rohe Steinkohle) bringt, bis endlich der ganze Schacht mit glühenden Kohlen angefüllt ist. Zu gleicher Zeit setzt man die Gebläse in Thätigkeit und trägt schichtenweise Erz- und Kohlengichten ein. In dem Maasse, als die Kohlen verbrennen und Erze und Zuschlag schmelzen, sinken die Schichten allmählig nieder. Die Kieselerde schmilzt mit den vorhandenen Erden und Oxyden zu Schlacke zusammen, die durch Eisenoxydgehalt gewöhnlich gefärbt erscheint, während das schon früher reducirte halbflüssige Eisen sich mit dem Kohlenstoff zu leichtflüssigem Roheisen vereinigt. Das geschmolzene Eisen sammelt sich am Boden des Gestelles an; auf dem Eisen schwimmen die geschmolzenen Schlacken, die man über dem Wallstein abfliessen lässt. Das flüssige Eisen, das fast die Höhe des Wallsteins erreicht hat, wird durch das Einstossen der Verstopfung der Abstichöffnung über Rinnen

alle zwölf Stunden abgestochen, wobei es durch einen schon vorher im Sande vor dem Ofen gemachten Ablassgraben nach den Formen geleitet wird. Während des Abstechens sind die Gebläse in Ruhe. Roheisen in Mulden nennt man Flossen, in Barren Gänze. Das Schmelzen (die Campagne oder Hüttenreise) dauert gewöhnlich so lange, als der Ofen aushält, oft mehrere Jahre.

Der beim Niederschmelzen der Beschickung im Hochofen stattfindende chemische Process ist in verschiedener Höhe im Hochofen ein sehr verschiedener. Beistehende Fig. 2 zeigt das Innere eines mit Beschickung und Brennmaterial gefüllten Hochofens im senkrechten Durchschnitte. Die schmaleren Schichten bedeuten die Beschickung, die breiteren das Brennmaterial. Von der Oberfläche der flüssigen Schlacke *f f* an bis zum Gichtniveau lässt sich das Innere in fünf Regionen oder Zonen eintheilen, nämlich:

Fig. 2.



1) in die Vorwärmzone *a b*,
2) die Reductionszone *b c*,
3) die Kohlungszone *c d*,
4) die Schmelzzone *d e*,
5) die Verbrennungszone *e f*.

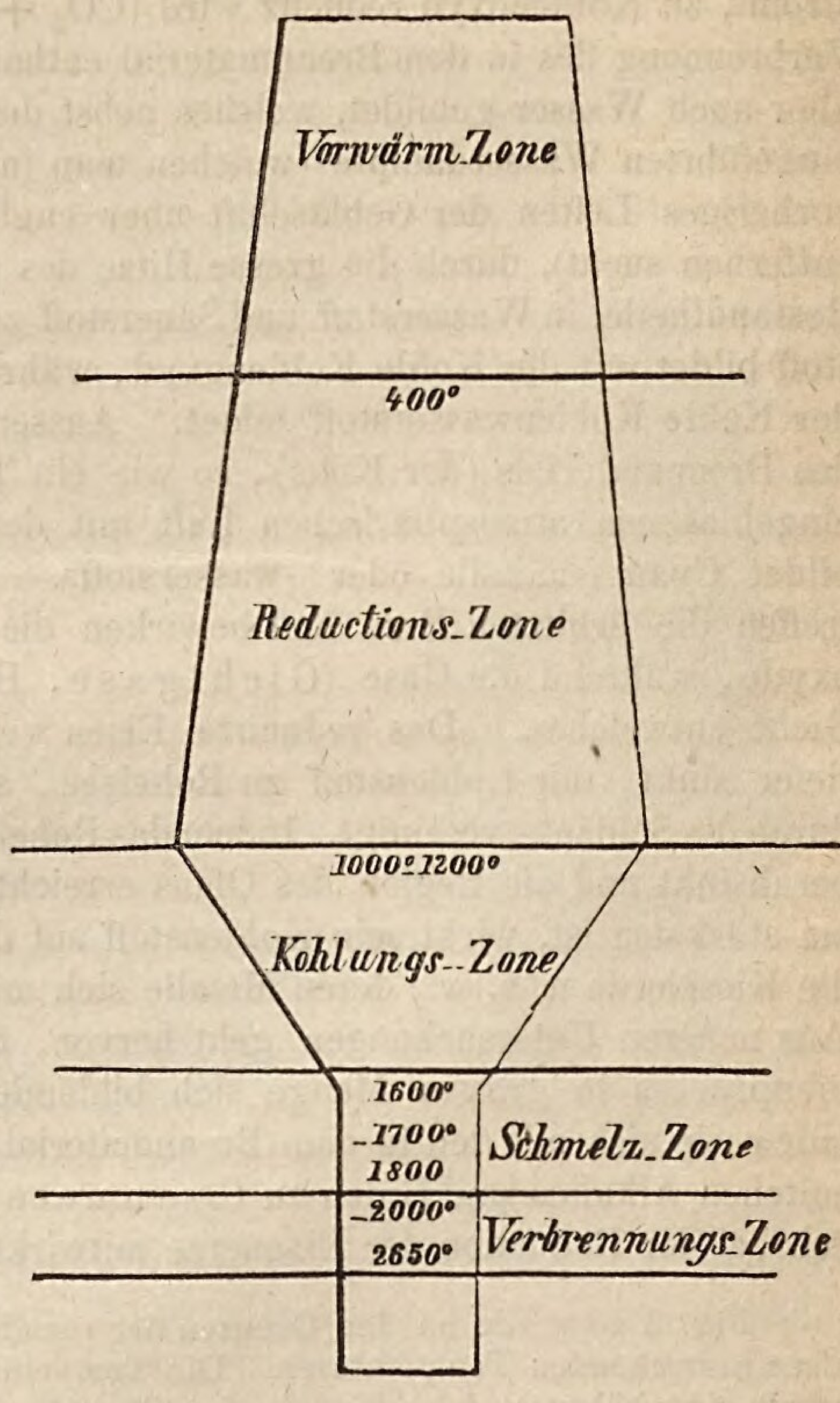
In dem oberen Theile des Schachtraumes, der Vorwärmzone, wird die Beschickung vorgewärmt und vollständig ausgetrocknet. Innerhalb dieser Zone gelangt das Erz kaum zum schwachen Glühen. Die Reductionszone hat die beträchtlichste Ausdehnung; im unteren Theile des Schachtes, besonders in der Gegend des Kohlensackes, wird das Eisenoxyd durch Einwirkung der reducirenden Gase zuerst zu Eisenoxydul-Oxyd und endlich zu metallischem Eisen reducirt. Die in dieser Zone vorhandenen reducirenden Agentien sind: Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Cyanwasserstoffgas oder Cyankaliumdämpfe. An einer Stelle dieser Zone ist das Eisen als hämmerbares Eisen vorhanden. Noch tiefer im Ofen, in der Kohlungszone findet die Kohlung des Eisens statt, wodurch sich stahlartiges Eisen bildet, das mehr oder weniger zusammengesintert aus dem Kohlungsraum in die Schmelzzone gelangt und sich hier mit Kohlenstoff zu Gusseisen sättigt. In der Verbrennungs- oder Oxydationszone, im Vergleich zu

den übrigen Zonen nur von sehr geringem Umfange, trifft die aus den Düsen in den Ofen strömende Luft auf Kohlen, welche sich in stärkster Weissglut befinden und bildet mit denselben Kohlensäure, welche aber, indem sie durch die höher liegenden Schichten Kohle strömt, zu Kohlenoxyd reducirt wird ($CO_2 + C = 2\ CO$); durch die Verbrennung des in dem Brennmaterial enthaltenen Wasserstoffs wird aber auch Wasser gebildet, welches nebst dem durch die Gebläseluft eingeführten Wasserdampfe (welchen man in der neueren Zeit durch vorheriges Leiten der Gebläseluft über englische Schwefelsäure zu entfernen sucht), durch die grosse Hitze des mittleren Theils in seine Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Der Sauerstoff bildet mit der Kohle Kohlenoxyd, während der Wasserstoff mit der Kohle Kohlenwasserstoff bildet. Ausserdem tritt der Stickstoff des Brennmaterials (der Koks), so wie ein Theil des Stickstoffs der eingeblasenen atmosphärischen Luft mit der Kohle zusammen und bildet Cyan (-metalle oder -wasserstoff). Die reducirenden Gase treffen die erhitzten Erze und bewirken die Reduction der Metalloxyde, während die Gase (Gichtgase, Hochofengase) durch die Gicht entweichen. Das reducirte Eisen verbindet sich, indem es tiefer sinkt, mit Kohlenstoff zu Roheisen, schmilzt dabei und wird durch die Schlacke vereinigt. Indem das Roheisen durch seine Schwere herabsinkt und die Region des Ofens erreicht, in welcher die Hitze am stärksten ist, wirkt sein Kohlenstoff auf die Thonerde, den Kalk, die Kieselerde u. s. w., deren Metalle sich mit dem Eisen verbinden. Aus neueren Untersuchungen geht hervor, dass die bei dem Hochofenprocess in grosser Menge sich bildende Cyanwasserstoffsäure, indem sie sich mit den in dem Brennmaterial und den Schlacken enthaltenen Alkalien und Erden zu Cyanmetallen vereinigt, wesentlich bei der Reduction der Eisenerze mitwirkt.

Fig. 3 zeigt die an den Grenzen der verschiedenen Zonen des Hochofens herrschenden Temperaturen. Die Temperatur der Verbrennungszone würde eine höhere sein, als es in der That der Fall ist, wenn nicht die Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd durch Aufnahme von Kohlenstoff eine bedeutende Temperaturerniedrigung zur Folge hätte. Das Kohlensäuregas verdoppelt nämlich sein Volumen, indem es durch Aufnahme von Kohle in Kohlenoxyd übergeht; dieses Uebergehen des Kohlenstoffs in den gasförmigen Zustand ist mit Bindung von Wärme verknüpft. Wenn man bedenkt, dass in den Hochöfen unter den günstigsten nahe liegenden Verhältnissen nur 16,55 Proc. Brennmaterial im Ofen zur Realisation gelangen, während 83,45 Proc. aber in der Gicht in der Form brennbarer Gase verloren gehen, so lag es nahe diese Gichtgase anzuwenden, und dies ist auch mit dem glücklichsten Erfolge zum Schmelzen und Frischen des Eisens,

zum Ausschweissen des gefrischten Eisens in Flammenöfen, zum Erwärmen der Gebläseluft, zum Rösten der Eisensteine, zum Darren und Verkohlen des Holzes etc. geschehen. Das in den Gichtgasen enthaltene Ammoniak hat man gleichfalls abzuscheiden und in Form von Salmiak zu verwerthen gesucht.

Fig. 3.



Hohofenschlacke. Neben dem Roheisen ist quantitativ das wichtigste Produkt des Hochofens die Schlacke (Hochofenschlacke), deren Beschaffenheit für das Auge des Technikers ein wichtiges Merkmal für den Gang des Ofens ist. Sie soll beim Erstarren eine helle Farbe zeigen und nach dem Erstarren glasig oder steinig sein. Man verwendet sie zur Fabrikation von künstlichen Steinen, als Wegbaumaterial, zur Bereitung von Cement, als Zusatz zu Flaschenglas und zur Emaillirung, als Düngematerial und zur Darstellung von Thonerdepräparaten. In neuerer Zeit hat man auch den Phosphorsäuregehalt der Schlacken, in denen sich neben den Thonerde-, Eisenoxydul- und Kalisilicaten der Phosphor in Form von phosphorsaurem Kalk findet, zu verwerthen gesucht.

Das durch den Hochofenprocess erhaltene Eisen heisst das Roheisen oder Gusseisen. Dasselbe besteht aus Eisen, Kohlenstoff (als Graphit und in Form von Eisencarburet), Silicium (als Siliciumgraphit und in Form von Siliciumeisen), Mangan, Schwefel, Phosphor, Arsen, Aluminium, Titan und bisweilen Chrom. Von dem Kohlenstoffgehalte ist die Farbe und die Beschaffenheit des Roheisens abhängig. Früher glaubte man, dass die mehr oder weniger dunkle Farbe des Roheisens von einem grösseren oder geringeren Kohlenstoff-

gehalte abhängig sei, so dass die dunkelste Sorte die grösste Menge und die hellste die geringste Menge Kohlenstoff enthielte. Gegenwärtig ist aber bewiesen, dass nicht die Menge, dass vielmehr die verschiedene Art und Weise, wie der Kohlenstoff (und das ihm analoge Silicium) im Roheisen vorkommt, die Beschaffenheit desselben bedingt, dass ein Theil des Kohlenstoffs und Siliciums mit dem Eisen chemisch verbunden sei, während der grösste Theil des Kohlenstoffs und des Siliciums dem Eisen nur mechanisch in Form von Graphit (Kohlenstoffgraphit und Siliciumgraphit) beigemengt ist. Man unterscheidet weisses und graues Roheisen.

Das weisse Roheisen ist charakterisirt durch fast silberweisse Farbe, Härte, Sprödigkeit, starken Glanz und grösseres specifisches Gewicht. Letzteres beträgt 7,58—7,68. Zuweilen lassen sich in demselben Prismen erkennen, man nennt es dann Spiegeleisen oder Spiegelfloss (Rohstahleisen, Rohstahlstoff). Wird das Gefüge des weissen Roheisens strahligfaserig und geht die Farbe desselben ins Bläulichgraue über, so heisst die Varietät blumiges Floss. Wenn die weisse Farbe noch mehr verschwindet und die Bruchflächen anfangen zackig zu werden, so erhält man eine zwischen dem weissen und grauen Roheisen in der Mitte stehende Varietät, das luckige Floss. Statt des Spiegeleisens erzeugt man neuerdings manganreiche Legirungen von gekohltem Eisen und Mangan (Ferromanganese) für den Bessemerprocess.

Das graue Roheisen ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Farbe, körnigem bis feinschuppigem Gefüge. Das specifische Gewicht desselben ist im Mittel = 7,0, also weit geringer als das des weissen Roheisens. Es ist weniger hart als letzteres. — Wenn in einem Stücke beide Roheisensorten, entweder in besonderen Lagen oder das eine in die Masse des andern zerstreut vorkommen, so heisst ein solches Eisen halbirtes Roheisen oder Forelleneisen. Es dient vorzüglich zu Gusswaaren. Der chemische Unterschied zwischem weissem und grauem Roheisen liegt darin, dass ersteres nur chemisch gebundenen Kohlenstoff (4—5 Proc.), letzteres wenig gebundenen Kohlenstoff (0,5—2 Proc.), aber viel mechanisch beigemengten (1,3—3,7 Proc.) enthält. In Bezug auf den Schmelzpunkt des Roheisens ist zu erwähnen, dass das weisse Roheisen, das am meisten Kohlenstoff enthält, am leichtesten schmilzt; das graue Roheisen ist viel dünnflüssiger als das weisse. Geschmiedet kann das Roheisen nicht werden, da es in der Glühhitze zwar weich und mürbe wird, dass es mit einer gewöhnlichen Holzsäge leicht geschnitten werden kann, unter dem Hammer aber auseinander fliegt. Wegen der dünnflüssigen Beschaffenheit wird das graue Roheisen vorzüglich zu Gusswaaren angewendet (Giessereiroheisen), es füllt die Formen mit grosser Schärfe und Reinheit aus, während weisses Roheisen mit stumpfen Ecken und concaver Oberfläche erstarrt und deshalb nie zum Giessen angewendet werden kann. Das graue Roheisen ist ferner hinlänglich weich, um gefeilt, gehobelt, gebohrt und gedreht werden zu können; das weisse Roheisen ist dagegen so hart, dass es jeder mechanischen Verarbeitung widersteht. Wird geschmolzenes graues Roheisen rasch abgekühlt, so geht es in weisses Roheisen über. Lässt man

dagegen bei starker Hitze geschmolzenes weisses Roheisen langsam abkühlen, so verwandelt es sich in graues Roheisen.

Auf die Beschaffenheit des aus dem Hochofen erhaltenen Roheisens ist nicht nur die Natur der Beschickung, sondern auch hauptsächlich die Temperatur des Ofens von grösstem Einflusse. Es scheint, als ob sich im Hochofen bei jeder Beschickung zuerst stets weisses Roheisen bildet und dass dieses erst bei sehr gesteigerter Temperatur in graues Roheisen überzugehen vermag. Findet die Reduktion bei einem richtigen Quantitätsverhältniss zwischen Erz, Zuschlag und Brennmaterial statt, so wird der Gang des Hochofens ein garer (Gargang) genannt. Man erhält dadurch ein Roheisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalt, vorherrschend weisses Roheisen. Die Schlacke ist bei diesem Gange niemals dunkel gefärbt, weil sie nur wenig Eisenoxydul enthält. Wenn in Folge von vorherrschendem Erze, also von mangelndem Brennmaterial, die Temperatur, welche zur vollständigen Kohlung des Eisens erforderlich ist, nicht erreicht wird, so findet nicht selten nur unvollständige Reduktion statt, indem eine grosse Menge von Eisenoxydul in die Schlacke geht und derselben eine dunkle Farbe ertheilt. Der Gang des Ofens wird in diesem Falle ein übersetzter oder scharfer oder Rohgang genannt. Durch überwiegendes Brennmaterial, wodurch die Hitze im Hochofen zu sehr gesteigert wird, wird ein heisser, hitziger oder übergarer Gang des Hochofens hervorgebracht und graues Roheisen gebildet.

Die Roheisenproduction beträgt gegenwärtig (1874) über 250 Millionen Centner (im Werthe von 2½ Milliarden Mark), davon fallen auf

Grossbritannien . . .	130	Millionen Ctr.
Nordamerika	50	,, ,,
Das Deutsche Reich .	26	,, ,,
Frankreich	20,5	,, ,,
Belgien	9	,, ,,
Oesterreich-Ungarn .	7	,, ,,
Russland	6	,, ,,

Die Verarbeitung des Eisens ist ein einleuchtendes Beispiel von der veredelnden, d. h. wertherhöhenden Macht der industriellen Arbeit. Kostet ein Centner Eisenmetall im Erze ⅓ Mark, so hat ein Ctr. Eisen

als Roheisen	einen Werth von	4 bis 5 Mk.
,, Gusswaare . . .	,, ,, ,,	9 „ 12 ,,
,, Stabeisen	,, ,, ,,	10 ,,
,, Blech	,, ,, ,,	12 ,,
,, Draht	,, ,, ,,	13 ,,
,, Gussstahl	,, ,, ,,	27 ,,
,, Messerklingen .	,, ,, ,,	1500—2100 Mk.
,, feinste Uhrfedern	,, ,, ,,	6 Millionen ,,

1 Centner Gold kostet 144,000 Mk., unter Umständen kostet mithin 1 Ctr. Eisen 400 mal so viel als 1 Ctr. Gold.

Eisengiesserei.

Zur Herstellung der Eisengusswaaren verwendet man meist ein schwach halbirtes graues Roheisen, welches sich durch

grosse Dichtigkeit, Festigkeit, scharfes Ausfüllen der Form und hinreichende Weichheit zur mechanischen Bearbeitung auszeichnet. Obgleich das Giessen direct aus dem Hochofen (Hochofenguss) geschehen kann, zieht man es vor, die Flossen oder Gänze umzuschmelzen (Umschmelzebetrieb), dies geschieht entweder in Tiegeln, in Schachtöfen oder in Flammenöfen. Tiegel (von Graphit oder feuerbeständigem Thon) wendet man nur zum Giessen kleiner Gegenstände an, man schmilzt gewöhnlich darin 5—100 Pfund. Die Tiegel stehen in Windöfen oder im Siemens'schen Gasofen. Am häufigsten findet der Schacht- oder Kupolofen Anwendung, er besteht aus einem cylindrischen Schachtofen von 2,5—3,5 Met. Höhe, in welchem man durch die Gicht das Roheisen und das Brennmaterial (Holzkohlen oder Koks) schichtweise in den Schacht einträgt; an der Seite befindliche Oeffnungen dienen zur Einführung der Düsen des Gebläses. Das geschmolzene Eisen wird entweder in die Form unmittelbar geleitet, oder in eiserne, mit Thon überstrichene Giesspfannen gelassen und nach der Form hingetragen. Auch hierbei hat die Benutzung von heisser Gebläseluft bedeutende Ersparniss an Brennmaterial zur Folge gehabt. In dem verbesserten Kupolofen von Krigar wird der Wind statt durch Düsen durch gewölbte grosse Windkanäle dem Ofen zugeführt. Das Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen geht in einem gewöhnlichen Flammenofen auf die Weise vor sich, dass man das Eisen auf dem mit Sand bedeckten Schmelzherde, der in der Richtung seiner Länge etwas geneigt ist und an dessen tieferliegenden schmalen Seite das Stichloch zum Abstechen des geschmolzenen Eisens befindlich ist, schmelzen lässt und dann absticht. Auf dem Feuerherde befindet sich Steinkohlenfeuer, dessen Flamme über eine niedrige Scheidewand (die Feuerbrücke) hinweg über den Schmelzherd zieht, denselben in seiner ganzen Längenausdehnung bestreicht und endlich in einen hohen Schornstein tritt.

Ein wesentlicher und schwieriger Theil der Eisengiesserei ist die Förmerei, welche es mit der Herstellung der Gussformen zu thun hat. Je nach den Materialien, aus denen die Formen bestehen, unterscheidet man 1) Sandguss in Formen aus Sand, der so fein sein muss, dass die feinsten Gegenstände sich darin abdrücken lassen, und so zusammenhaften, dass die schärfsten Kanten stehen bleiben; er enthält so viel Thon, dass er sich beim Befeuchten mit Wasser ballt; er wird vorher durch einen Zusatz von Kohlenstaub locker gemacht, damit die Wasserdämpfe, die bei der Berührung des heissen Gusseisens mit dem feuchten Sand sich bilden, leicht entweichen können. Bei Gegenständen, die auf der einen Seite eben sind, wie Gitter,

Platten, Räder etc., wendet man den Herdguss an, d. h. man giesst auf einem Theile der Hüttensohle, der mit Formsand bedeckt ist; in diesem Formsand ist das Modell so eingedrückt, dass dessen Oberfläche horizontal ist. Zu zusammengesetzteren Gusswaaren, z. B. zu Töpfen, wendet man den Kastenguss (Potterieguss) an. Die Sandformen werden vor dem Eingiessen des Eisens nicht getrocknet; 2) der Masseguss in Formen aus Sand und Lehm, wobei die Formen vor dem Giessen sorgfältig getrocknet werden müssen; 3) der Lehmguss in Formen aus Lehm, der gesiebt, angefeuchtet und, um das Reissen beim Trocknen zu verhüten, mit Pferdemist durchknetet ist; 4) der Schalenguss (Kapselguss) in gusseiserne Formen. Letzterer wird nur selten und zwar nur zu Hartwalzen zum Ausstrecken des Blechs, die eine grosse Härte besitzen müssen, und für Eisenbahnwagenräder benutzt. Er gründet sich auf die Eigenschaft des grauen Roheisens, im geschmolzenen Zustand durch schnelle Abkühlung rasch zum Erstarren gebracht, in hartes weisses Roheisen überzugehen. Giesst man daher das Roheisen in gusseiserne Formen (Coquillen), welche die Wärme schnell ableiten, so wird die äussere Schicht in Folge der schnellen Abkühlung weiss und hart. So kann man Walzen giessen, die an der Oberfläche sehr hart und doch, weil sie im Innern aus grauem Roheisen bestehen, nicht spröde und zerbrechlich sind. Der am häufigsten angewendete Eisenguss ist der Sandguss, man benutzt ihn zum Giessen von Ofenplatten, Rädern, Gittern, Roststäben etc. Den Masseguss wendet man an, wenn man ein Zusammenstürzen einer Sandform zu fürchten hat; man benutzt diesen Guss zum Giessen von eisernen Röhren (Röhrenguss), Kanonen und Maschinentheilen (Maschinenguss). Zur Herstellung der letzteren findet das halbirte Roheisen Anwendung, indem dasselbe Zähigkeit mit Elasticität und einer gewissen Härte vereinigt; das Roheisen (und auch das bisher angewendete Geschützmetall) ist jedoch in der Geschützgiesserei und in vielen anderen Fällen durch den Gussstahl ersetzt worden, wie die Fabrikate von Fr. Krupp in Essen u. A. beweisen. Man benutzt den Masseguss auch zu den sogenannten Galanteriewaaren aus Eisenguss (Schreibzeuge, Leuchter, Ringe etc.). Den Lehmguss wendet man endlich für sehr grosse Gegenstände an, und besonders für solche, wozu man kein besonderes Modell machen will oder kann, z. B. zum Giessen von grossen Kesseln, Glocken etc. Man unterscheidet dabei drei Hauptheile:

a) den Kern, der an Grösse und Gestalt dem Innern des Gussstücks gleichkommt;
b) das Modell (Hemd, Eisenstärke) und
c) den Mantel (die Einhüllung des Modells).

Die Lehmformen werden scharf getrocknet. Der Kunstguss, d. i. die Anfertigung von Monumenten, Statuen etc., ist gleichfalls Lehmguss; hierzu beginnt aber in der neuern Zeit vielfach das Zink das Gusseisen zu verdrängen.

Bei solchen Gegenständen, welche viel Erhabenheiten auf ihrer Oberfläche und besonders eine solche Form haben, dass ein theilweises Abheben des Mantels nicht ausführbar ist, wie z. B. bei dem Guss von Grabmonumenten, Kunstöfen, Statuen u. s. w., wird auf den gebrannten Kern die Form in Wachsabgüssen aufgetragen. Das von dem Modelleur angefertigte Modell wird in Gyps abgegossen, und es werden so viel einzelne Gypsformen dargestellt, als des Abhebens wegen nöthig sind. Man giesst das Wachs in

die einzelnen Formen, trägt die Wachsabgüsse auf den Kern und setzt sie auf demselben vorsichtig zusammen. Diese Wachsform wird mit feingeschlämmtem Thon, der mit etwas Graphit gemischt worden ist, überpinselt, und nachdem dies mehrere Male geschehen ist, die Form mit einer stärkeren, mit Kuhhaaren untermengten Thonschicht umgeben. Ist der Ueberzug getrocknet, so schmilzt man das Wachs durch Erwärmen der Form heraus.

Nach dem Gusse werden die Gusswaaren durch mechanische Bearbeitung vollendet, es werden z. B. die Giessnähte abgehauen, der eingebrannte Sand von der Oberfläche abgelöst u. s. w. Oft müssen die Eisengüsse ausgebohrt (wie Kanonen), oder (wie Maschinentheile) abgedreht ciselirt, gehobelt, gefräst, gedreht und geschliffen werden. Da dieselben nun durch schnelles Erkalten auf der Oberfläche oft solche Härte und Sprödigkeit besitzen, als wären sie aus weissem Roheisen gegossen und dadurch nicht mit Feilen, Meisseln etc. bearbeitet werden können, so sucht man solchen Eisengüssen durch das Adouciren (Tempern, Anlassen) die nöthige Weichheit zu ertheilen. Das Adouciren besteht wesentlich in anhaltendem starken Glühen der Gussstücke in einer Einhüllung und sehr langsamem Erkalten. Sollen die Gusswaaren durch das Adouciren zugleich eine gewisse Festigkeit erhalten, welche dem Stahl und Stabeisen eigenthümlich ist, so muss die Einhüllung und länger anhaltende Hitze chemisch, d. h. entkohlend, einwirken. Als Hülle benutzt man ein Cementirpulver aus Kohle, Knochenasche, Eisenhammerschlag, rothem Eisenoxyd, Braunstein oder Zinkoxyd. Gleichmässig und durch die ganze Masse hindurch entkohlten Eisenguss nennt man hämmerbaren, schmiedbaren Eisenguss (*fonte malléable*). Auf diese Weise stellt man neuerdings unzählige kleine Gegenstände aus Gusseisen dar, die man früher zu schmieden pflegte, wie z. B. Schlüssel, Lichtputzen, Schnallen u. s. w. Durch Einsatzhärtung (siehe bei Stahl) lassen sich diese Gegenstände oberflächlich verstählen, so macht man jetzt z. B. gegossene Scheeren und Messer (selbst Rasirmesser), die sich von den stählernen kaum unterscheiden lassen. Man überzieht die gegossenen Gegenstände häufig mit einem Firniss von Steinkohlentheer und Graphit oder Leinölfirnis und Kienruss, oder bronzirt oder brünirt dieselben. Die eisernen Kochgeschirre pflegt man, um sie gegen das Rosten und den Einfluss schwacher Säuren zu schützen, auf der inneren Seite zu emailliren.

β) Schmiede- oder Stabeisen.

In älteren Zeiten brachte man das Stabeisen direct aus den Erzen aus, indem man dieselben auf einem Herde mit Kohlen unter Mitwirkung eines Gebläses reducirte und den erhaltenen Klumpen von reducirtem Eisen sofort ausschmiedete. Gegenwärtig hat man diese wenig ergiebige Gewinnungsart (Luppenfrischerei oder Rennarbeit) verlassen und stellt allgemein zuerst Roheisen und aus diesem das Stabeisen dar, obgleich in jüngster Zeit Methoden aufgetaucht sind (z. B. die von Siemens), die eine directe Aus-

bringung des weichen Eisens aus den Erzen in Aussicht stellen. Derjenige Process, durch welchen das Roheisen in Stabeisen oder Frischeisen verwandelt wird, heisst der Frischprocess; er beruht der Hauptsache nach auf der Entfernung der grössten Menge des Kohlenstoffs und der übrigen fremden Körper des Roheisens (namentlich Phosphor und Schwefel) durch Oxydation. Man verwendet zum Frischen nur weisses Roheisen, und zwar möglichst kohlenstoffarmes, weil es vor dem Schmelzen erweicht, lange dünnflüssig bleibt und daher den oxydirenden Agentien eine grössere Oberfläche darbietet; auch verbrennt der chemisch gebundene Kohlenstoff des weissen Roheisens leichter als der Graphit des grauen Roheisens. Der Frischprocess oder das Frischen geht entweder vor sich:

1) auf Herden (Herdfrischung oder deutscher Frischprocess); bei dieser Methode lässt man das schmelzende Roheisen tropfenweise durch einen Luftstrom fallen; oder
2) in Flammenöfen (Puddelprocess oder englischer Frischprocess), indem man die Luft in das flüssige Eisen einrührt.

Die Fabrikation des Stabeisens

3) durch Einblasen von Luft in das geschmolzene Roheisen (Windfrischen, Bessemern)

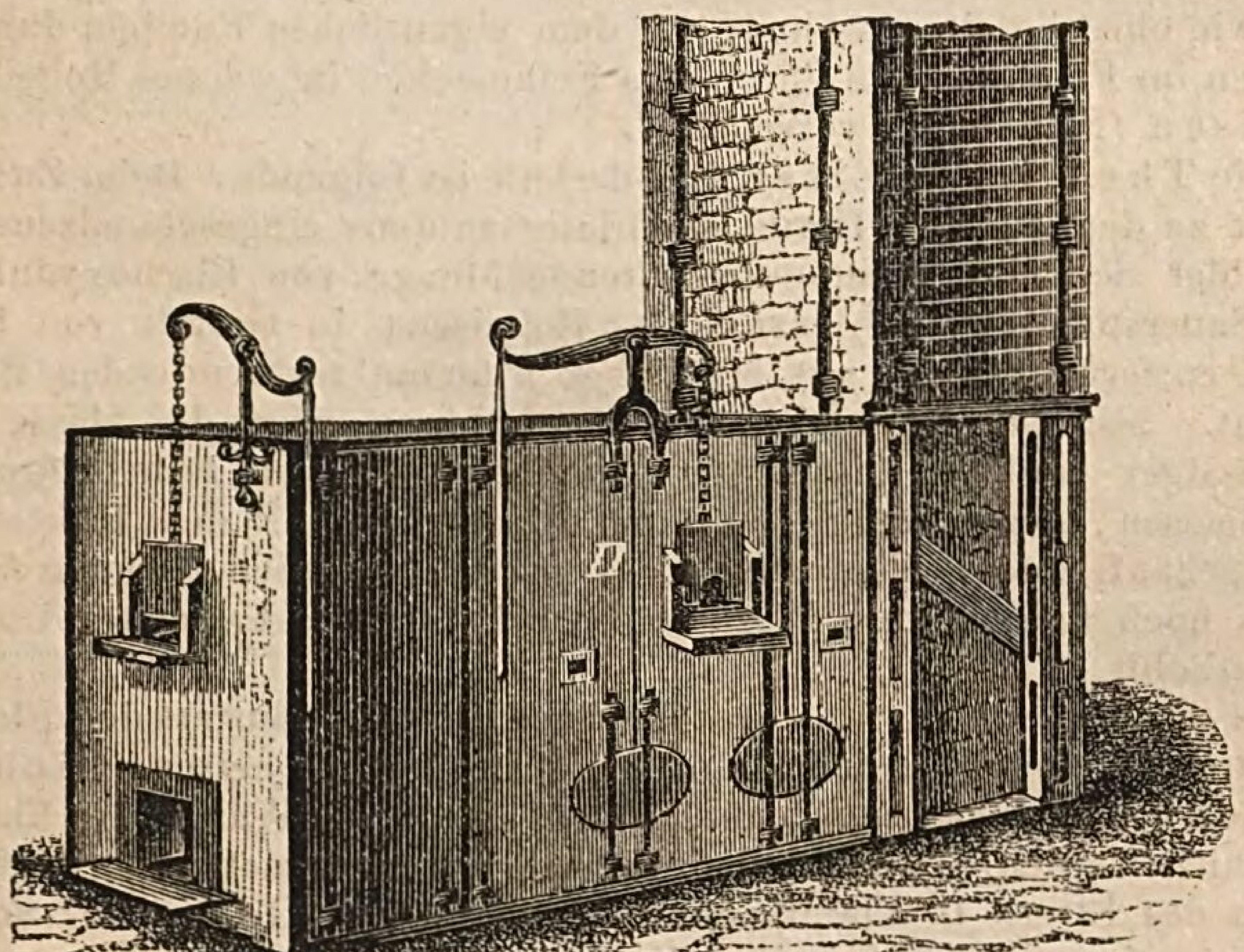
wird erst beim Stahle beschrieben werden.

Bei der Herdfrischung wird das weisse Roheisen (oder, wenn graues Roheisen, vorher gefeintes und dadurch in die weisse Modification — Feineisen, Feinmetall — übergeführtes Roheisen) in Platten in dem vertieften vierseitigen Feuerraum eines Herdes so eingeschmolzen, dass das schmelzende Roheisen erst im flüssigen Zustande dem Winde des Gebläses ausgesetzt ist. Diese Vertiefung ist mit eisernen Platten ausgelegt und erhält die nöthige Gebläseluft zugeführt. Durch die Gebläseluft wird fortwährend Kohlenstoff aus dem Roheisen zu Kohlensäure verbrannt und das Roheisen entkohlt. Der den Gänzen anhängende Sand, die durch Oxydation des Siliciums des Roheisens entstandene, sowie die durch die Holzkohlenasche in die Masse gelangte Kieselerde kommen ebenfalls bei dem Frischen in Betracht; diese Körper verbinden sich nämlich mit dem gleichzeitig entstehenden Eisenoxydul zu basisch kieselsaurem Eisenoxydul, zu der sogenannten Rohschlacke (in 100 Theilen 68,84 Eisenoxydul und 31,16 Kieselsäure), die über dem geschmolzenen Eisen steht und während des Einschmelzens von Zeit zu Zeit abgelassen wird, ohne das Eisen jedoch gänzlich von der Schlacke zu entblössen. Diese Schlacke wird zu der nächsten Schmelzung mit Eisenhammerschlag (Oxydul-Oxyd) gemengt gegeben, um die Entkohlung des Eisens zu bewirken. Nach dem Einschmelzen des Eisens werden die Schlacken abgelassen und die Eisenstücke unter häufigem Wenden dem Wind des Gebläses ausgesetzt; das Eisen wird, indem es immer mehr und mehr seinen Kohlenstoff verliert,

dünnflüssiger und schmilzt ab. Dieser Process (das Rohaufbrechen) wird so lange fortgesetzt, bis das Eisen gar ist. Die sich nach dem Rohaufbrechen bildende Schlacke wird um so reicher an Eisenoxydul, je mehr sich das Eisen der Gare nähert, wodurch sie endlich zur Garschlacke wird, welche ebenso wie die mit Hammerschlag versetzte Rohschlacke als Zusatz zur Beförderung der Entkohlung des Eisens benutzt wird. Nach dem Rohaufbrechen nimmt der Frischer das Garaufbrechen vor, das darin besteht, die ganze Eisenmasse durch verstärkte Hitze halbflüssig zu machen, damit sich die Schlacke abscheide. Nach beendigtem Gareinschmelzen hebt man die gefrischte Eisenmasse (Deul, Luppe) aus dem Feuer heraus und bringt sie noch glühend unter den Hammer. Durch die Schläge des Hammers werden alle Schlackentheile ausgepresst. Der Deul wird darauf in Stücke (Schirbel) zerschnitten und diese werden dann zu Stäben ausgeschmiedet. Aus 100 Theilen Roheisen erhält man im Durchschnitt 70—75 Theile Stabeisen.

Der Puddelprocess (oder das Frischen im Flammenofen). In Ländern, in denen die Holzkohlen wegen ihres hohen Preises zum Frischen des Roheisens nicht angewendet werden können, benutzt man die Steinkohlen. Da wegen des Schwefelgehaltes der Steinkohlen eine unmittelbare Berührung derselben mit dem Eisen vermieden werden muss, so wendet man zum Entkohlen des Roheisens Flammenöfen (Puddelöfen) an. Fig. 4

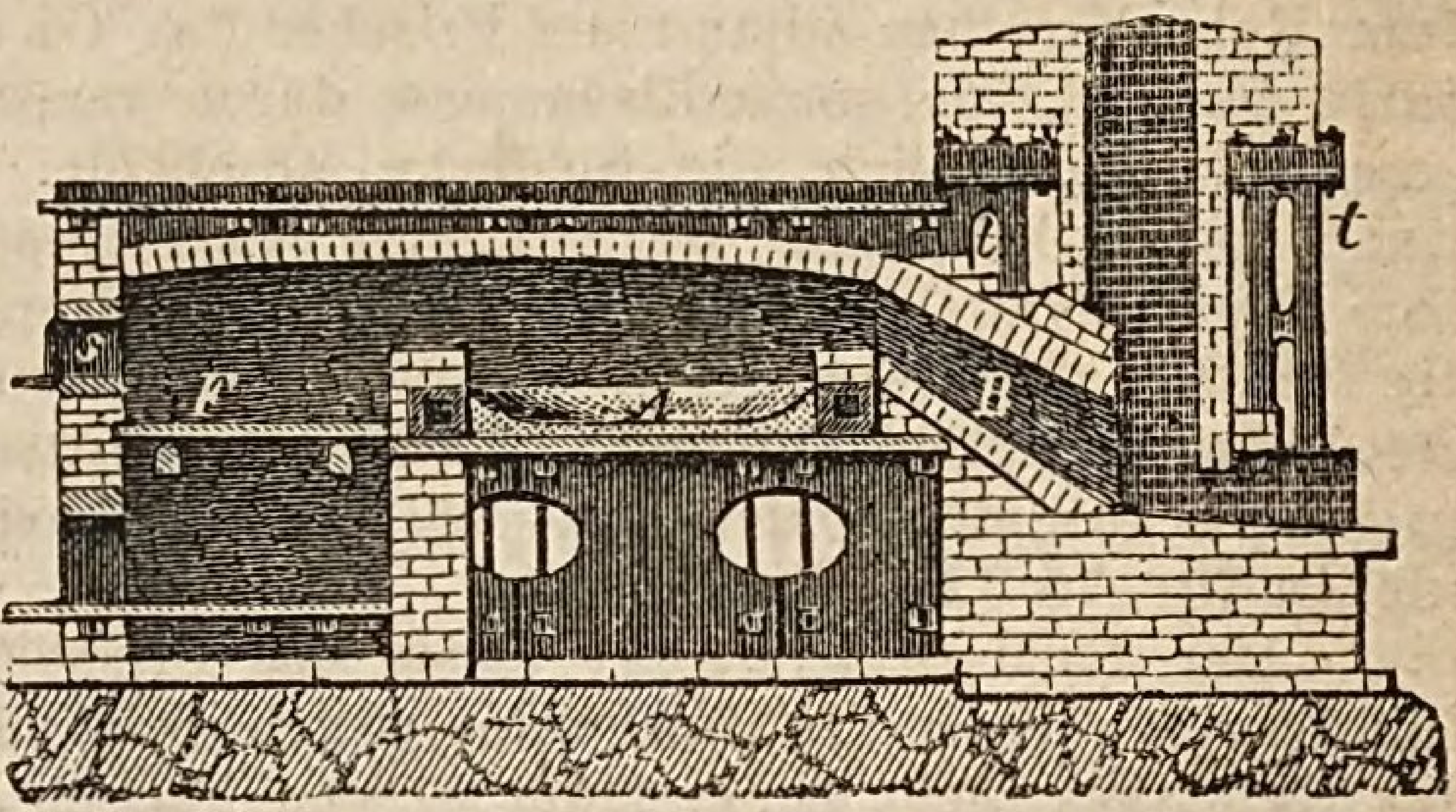
Fig. 4.



zeigt einen Puddelofen in der Vorderansicht, Fig. 5 im Vertikaldurchschnitt. *F* ist der Rost, *A* der Puddelherd und *C* der Canal, durch welchen die Gase in den Schornstein gelangen. Der Puddelherd *A* besteht aus einem viereckigen eisernen Kasten, in welchen atmosphärische Luft ungehindert durch den Rost eintreten kann. Auf diesen Herd bringt man eine Decke von Frischschlacken, zu welchen man Hammerschlag gesetzt hat, und

erhitzt die Masse, bis ihre Oberfläche weich geworden ist. Das zu entkohlende Roheisen (am besten weisses Roheisen) wird in Quantitäten von 300—350 Pfund bis zum Erweichen erhitzt, sodann mittelst einer Krücke über die Herdsohle des Ofens ausgebreitet und unter fortwährendem Erhitzen umgerührt (g e p u d d e l t). *D* ist eine Arbeitsöffnung, die leicht geschlossen und geöffnet werden kann. Auf dem breiigen Eisen zeigen sich blaue Flämmchen von brennendem Kohlenoxydgase und das Eisen wird zäher und steifer. Der grösste Theil der beim Puddelprocess sich bildenden Schlacke fliesst vorn im Ofen von dem Eisen über die schiefe Ebene *B* ab, und wird von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung abgelassen. Nach beendigtem Puddeln vereinigt man das auf der Herdsohle ausgebreitete Eisen zu Bällen und befreit es unter dem S t i r n h a m m e r oder durch ein Q u e t s c h w e r k von der Schlacke. Wo graues oder halbirtes Roheisen zum Puddeln angewendet werden muss, wird dasselbe, wie oben bereits erwähnt, vor dem eigentlichen Puddeln durch Einschmelzen im Flammenofen durch das Feinmachen in weisses Roheisen, in F e i n e i s e n (Feinmetall) verwandelt.

Fig. 5.



Die T h e o r i e des E i s e n p u d d e l n s ist folgende: Beim Zuströmen von Luft zu dem auf dem Herde des Flammenofens eingeschmolzenen Roheisen bildet sich eine nicht unbedeutende Menge von Eisenoxydul-Oxyd, dessen Sauerstoff den Kohlenstoff des Roheisens in Gestalt von Kohlenoxydgas entfernt, das in mit bläulicher Flamme verbrennenden Bläschen entweicht. Mit der fortschreitenden Entkohlung wird die Masse immer strengflüssiger und es bilden sich in ihrem Innern feste Körper von Schmiedeeisen, deren Menge zunimmt und welche mit dem Rühreisen zusammengehäuft und lose aneinander geschweisst werden. Dadurch trennt sich das noch kohlehaltige Eisen und wird durch fortgesetztes Umrühren völlig entkohlt.

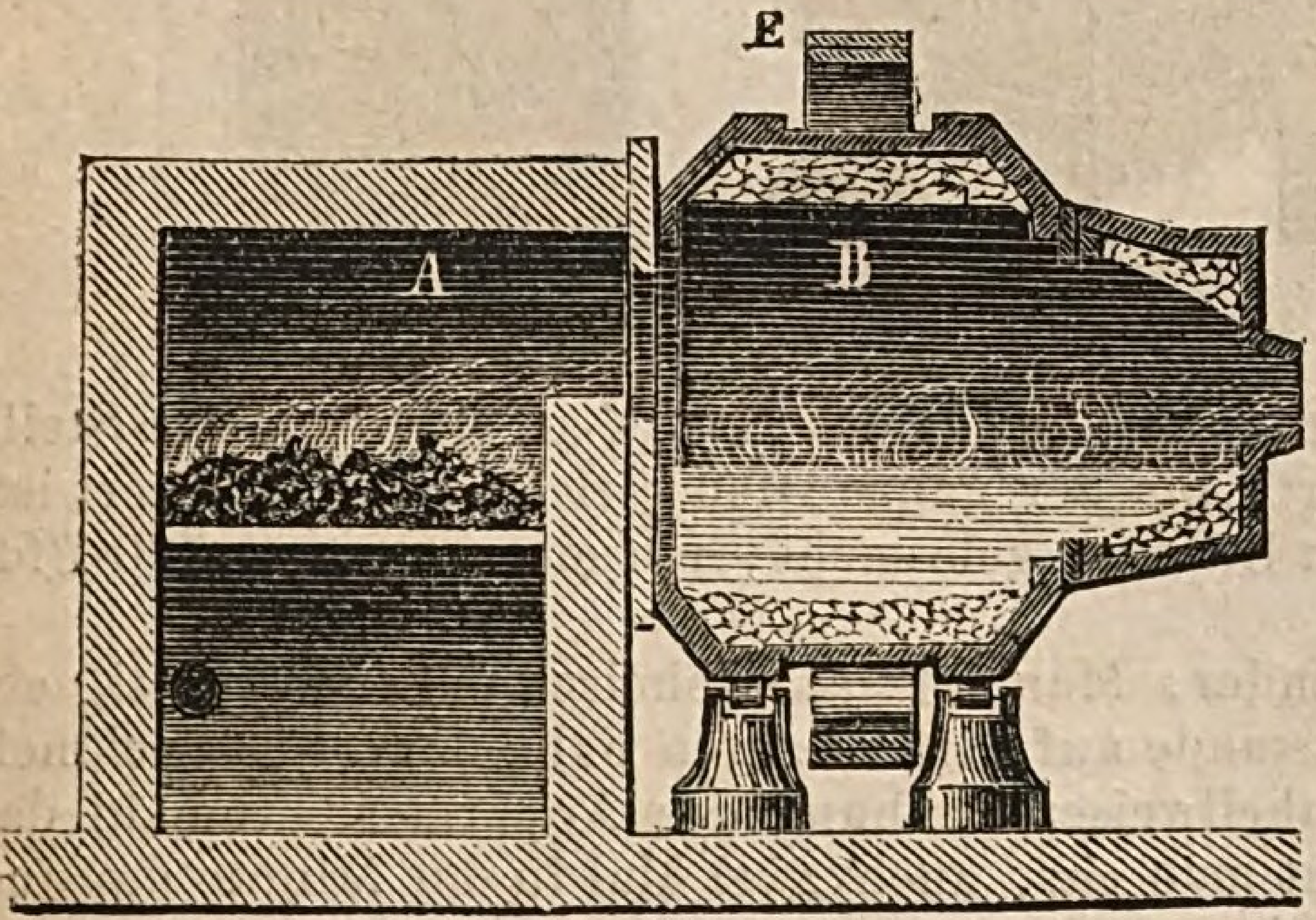
Es sei hierbei bemerkt, dass man auch häufig, anstatt den Flammenofen mittelst Steinkohlen und atmosphärischer Luft zu heizen, G i c h t g a s e a l s B r e n n m a t e r i a l anwendet, welche durch die Wärme des Flammenofens erhitzt werden. Anstatt der Gichtgase wendet man jetzt häufig beim Frischen des Eisens in Flammenöfen G e n e r a t o r - G a s e an. So nennt man die in einer schachtförmigen Vorrichtung — dem Generator — durch unvollständige Verbrennung vom Brennmaterial (gewöhnlich solchem, das wie Holzabfälle, Holzkohlen und Braunkohlenklein, Torf etc. als festes Brennmaterial nicht anwendbar ist) erzeugten brennbaren Gase von ähnlicher Zusammensetzung wie die Gichtgase, jedoch mit vorwaltendem Kohlenoxydgas. Der Generator ist unmittelbar bei dem Flammenofen angelegt, so dass die darin erzeugten Gase fast ebenso heiss zur Verbrennung gelangen, als sie aus dem Generator entweichen. Seit einer Reihe von

Jahren wendet man hierbei die Siemens'sche Regenerationsfeuerung an, welche den höchsten Effect giebt. Das ihr zu Grunde liegende Princip hat den Grundgedanken mit der Heissluftmaschine gemein. So wie nämlich dort seiner Zeit Drahtgeflechte zur Anwendung kamen, um die verlorene Hitze von der austretenden auf die zutretende Luft zu übertragen, so werden bei den Siemens'schen Regeneratoren mit Gasfeuerung lose mit feuerfesten Ziegeln angefüllte Kammern dazu verwendet, um die in dem verbrauchten, dem Schornstein zuströmenden Gase enthaltene Wärme aufzufangen und nutzbar in den Herd der Verbrennung zurückzuführen. Sind zwei solcher Kammern vorhanden, so wird durch eine wechselseitige Wärmeaufnahme und Abgabe der Kammern Zweierlei erreicht: zunächst eine grosse Menge Wärme, die sonst zu Verlust gegangen wäre, zu Gute gemacht, dann das Feuer mit heisser Luft gespeist und mithin die Verbrennungstemperatur gesteigert. Dabei bleibt die Siemens'sche Einrichtung aber keineswegs stehen, denn zwei andere Kammern wärmen auch das Brennmaterial vor, welches zu dem Behufe stets in einem Generator zuvor in Gas verwandelt wird. Diesem Heizgas entsprechen ebenso wie der dem Feuer zuziehenden Luft zwei Heizkammern, welche abwechselnd Wärme aufspeichern und abgeben.

Der Ellershausen-Process, der seit 1869 zur Fabrikation von Stabeisen an verschiedenen Orten eingeführt ist, hat das Eigenthümliche, dass man beim Abstechen aus dem Hohofen gepulvertes Eisenerz mit dem flüssigen Roheisen innig vermischt, um den Puddelprocess abzukürzen und höheres Ausbringen neben Verbesserung des Productes zu erreichen.

Das Bestreben, beim Puddelprocess die Handarbeit immer mehr und mehr durch mechanische Hülfsmittel zu ersetzen, führte zunächst zur Construction des mechanischen Puddlers, dann zur Erfindung der beweglichen Oefen, unter denen der rotirende Puddelofen von Danks (1871) den ersten Rang einnimmt. Fig. 6 zeigt den Ofen im Vertikaldurchschnitte, Fig. 7 in der Vorderansicht.

Fig. 6.

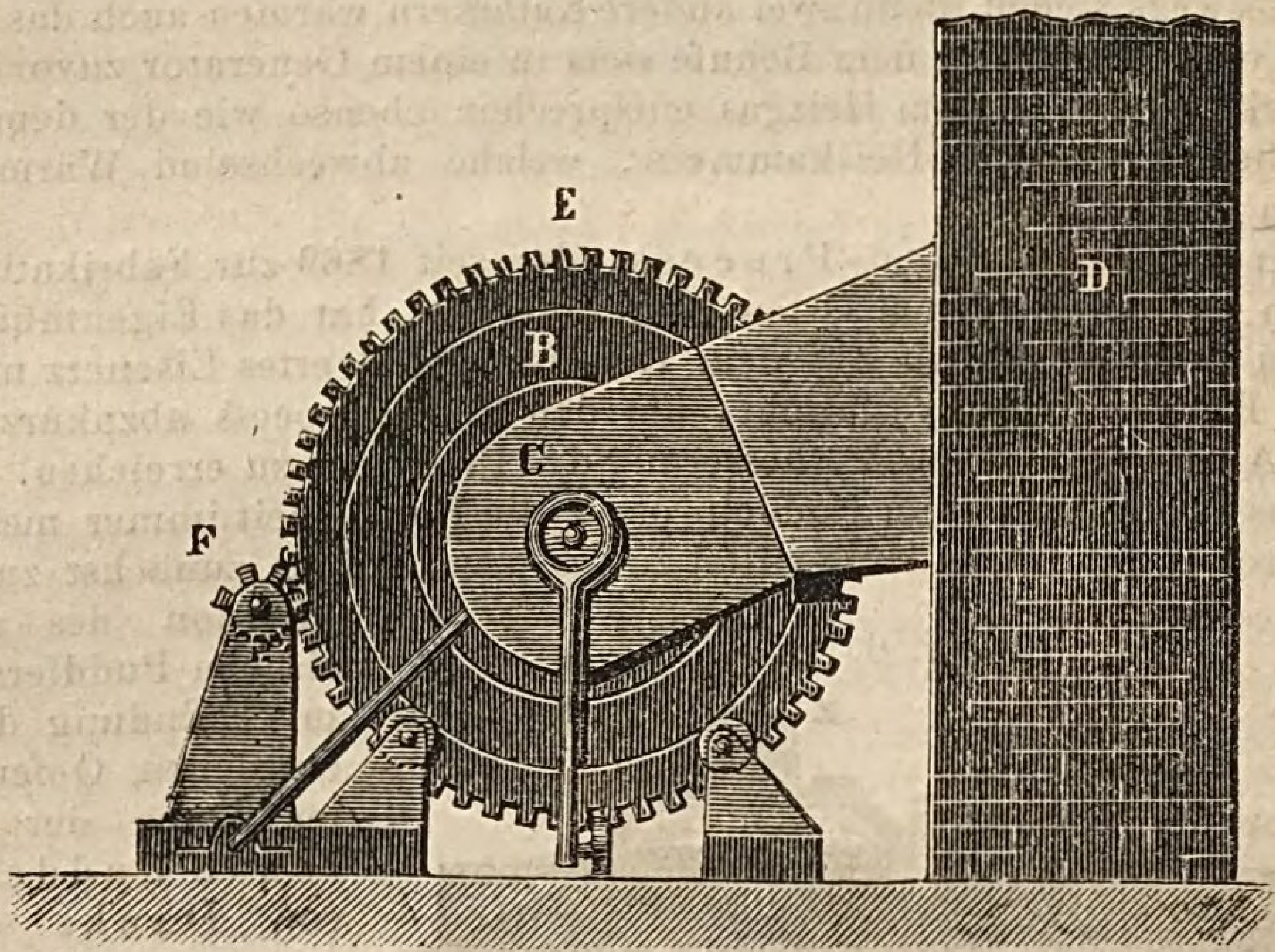


Der Ofen *A* hat einen Rost, welcher dem der gewöhnlichen Puddelöfen scheinbar ähnlich ist, doch wird die erforderliche Verbrennungsluft ausserdem noch über dem Roste durch eine Reihe von Düsen eingeführt. Die Feuerbrücke wird durch eine mit Wasser gekühlte Platte gestützt. Der Drehherd oder das Ei *B* ist aus gusseisernen Segmenten zusammengesetzt und inwendig mit einem feuerfesten Futter — einem Gemenge von Eisenerz und Bauxit — versehen. Der Drehherd hat eine zweitheilige Armatur, welche zwei Spuren für die Gleitrollen trägt, auf denen der Apparat beweglich ruht, und das Zahnrad *E*,

auf welches mit Hülfe einer kleinen oscillirenden Dampfmaschine durch *F* die Bewegung übertragen wird. Während die eine Oeffnung des Drehherdes mit der Feuerbrücke zusammenstösst, dient die andere als Einsatz- und als Arbeitsthür (d. h. zum Ausziehen der fertigen Luppen). *D* ist der Schornstein.

Beim Betriebe überzieht man zunächst die Armatur, wie schon erwähnt, mit einem zähen Teig aus gepulvertem Eisenerz und feuerfestem Thon; dann giebt man etwa den fünften Theil der noch nothwendigen Fütterung an gepulvertem Eisenerz hinzu, heizt den Apparat und dreht ihn langsam um, bis das Eisenerz vollkommen geschmolzen ist; in den Sumpf von Eisenerz wirft man nun verschiedene grosse Stücke von Eisenerz, die 6—18 Centimeter über das Bad heraus ragen, und lässt es erstarren. Dann

Fig. 7.



wiederholt man die Operation und bringt den Sumpf an einer anderen Stelle zum Erstarren, und so fort, bis der ganze Ofen gleichmässig gefüttert ist. Es werden 2—$2^1/_2$ Tonnen Eisenerz gebraucht, um einen Ofen zu 700 Pfd. Charge zu füttern.

Der Betrieb ist folgender: Man füllt das Roheisen entweder flüssig ein oder giebt es im festen Zustande auf; im letzteren Falle dauert das Schmelzen 30—35 Minuten bei theilweiser Drehung des Apparates. Sobald das Roheisen flüssig ist, dreht man ein, auch zwei Mal in der Minute um und behält diese Geschwindigkeit etwa 5—10 Minuten lang bei; während dieser Zeit spritzt man einen feinen Wasserstrahl auf die niedergehende Wand des Ofens und verursacht so ein Abspringen von Schlacken und Eisensinter, der in dem Bade zu Boden sinkt und oxydirend wirkt. Nach 5—10 Minuten wird das Eisen dick, und man bringt den Apparat zum Stillstand. Die Abstichöffnung wird gerade über das Niveau des Eisens gebracht, und nun die Hitze gesteigert. Die Schlacke schmilzt, und durch das Zurückschieben des teigig gewordenen Metalles nach der Feuerbrücke zu gelingt es dem Puddler,

den grössten Theil der Schlacke abzustechen. Dann steigert man die Hitze nochmals und bewegt den Apparat mit einer Geschwindigkeit von 6—8 Drehungen pro Minute, um die Luppen herzustellen; der Inhalt des Apparates, heftig hin und her geschleudert, macht das letzte Stadium durch und das Eisen beginnt sich zu ballen. Eine geringere Geschwindigkeit (2—3 Umwälzungen pro Minute) erlaubt die Bildung der Luppe, welche nach einiger Nachhilfe durch den Puddler ausgezogen und abgezängt werden kann. Aus dem Futter des Ofens werden ca. 50 Proc. Eisen gezogen, und man hat deshalb bei der Charge keinen Abbrand, sondern erreicht eine Zunahme von 10—15 Proc. Eisen.

Der Danks'sche rotirende Puddelofen ist an vielen Orten bereits an die Stelle des gewöhnlichen Puddelofens getreten und ist nach der Ansicht P. Tunner's geradezu als das Complement des Bessemerprocesses zu betrachten.

Man verarbeitet das Stab- oder Schmiedeeisen, das durch den Stirnhammer, durch Quetschwerke oder Walzwerke von den Schlacken befreit worden ist, auf den Walzwerken zu Grobeisen. Sehr dünne Stäbe schneidet man auf den Schneidewerken, welche aus abwechselnd grösseren und kleineren verstählten Scheiben, die auf eisernen Wellen fest eingekeilt sind, bestehen. Man unterscheidet das Stabeisen als Quadrateisen mit quadratischem Durchschnitte, Flacheisen, dessen Querschnitt ein Rechteck ist, mit verschiedenem Verhältnisse von Breite und Dicke, Rundeisen mit kreisförmigem Durchschnitte. Die dünnste Sorte des Flacheisens heisst Band- oder Reifeisen; unter Zaineisen oder Krauseisen versteht man nicht glatt geschmiedetes Quadrateisen mit eingekerbten Flächen (Eindrücke des Hammers); dünne vierkantige Sorten des Stabeisens sind Nageleisen. Ausserdem unterscheidet man noch Façoneisen von dem verschiedensten Querschnitt (Eisenbahnschienen).

Das zur Blechfabrikation angewendete Eisen muss weich und zähe sein, damit dasselbe die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushalte, ohne spröde zu werden. Man unterscheidet grössere und kleinere Bleche. Da die letzteren gewöhnlich verzinnt werden, nennt man auch diese Weissbleche, die grösseren Schwarzbleche. Bei der Anfertigung des Schwarzbleches wird das Stabeisen (Flacheisen) glühend, so wie es aus den Walzen herauskommt, vermittelst der Blechscheere in kleinere Platten (Stürze) zerschnitten und diese nach dem Erhitzen in einem Flammenofen zwischen glatten Walzen (Blechwalzwerke) gestreckt. Die Stürze gehen viermal durch die Walzen, wobei nach jedesmaligem Durchgange die Walzen enger zusammengeschraubt werden. Bevor die Stürze unter die Walzen kommen, muss das Oxyd (der Glühspan) abgeschlagen werden, damit er sich nicht eindrücke. Früher und auch noch jetzt stellt man in einigen Gegenden das Eisenblech durch Hämmern dar (geschlagenes Blech); obwol auf diese Weise die Bleche nicht vollkommen gleichmässig hergestellt werden können, so zieht man sie dennoch zu gewissen Zwecken, wie z. B. zu Dampfkesseln, den gewalzten Blechen vor. Die Anfertigung des Weissbleches und des galvanisirten (mit Zink überzogenen) Bleches ist der des Schwarzbleches ähnlich. Von der Verzinnung des Weissbleches wird bei dem Zinn die Rede sein.

Zur Drahtfabrikation benutzt man ein zähes, festes, im Bruche fadiges Eisen. Ehedem benutzte man Zangen, mit deren Hülfe man das

Eisen durch Löcher zu Draht zog; jetzt wendet man für die gröberen Sorten Walzwerke, für die feineren Sorten Ziehscheiben an. Die Anwendung des Walzwerkes erstreckt sich nur auf die dickeren Sorten Eisendraht bis etwa zu $^1/_4$ Zoll herab. Ein hierzu anwendbares Walzwerk besteht aus drei Walzen mit correspondirenden runden Rinnen, die bei ihrer Umdrehung die zwischen sie gesteckten Eisenstangen fassen, und in die Form jener Rinnen pressen. Der feinere Draht wird verfertigt, indem man gröberen Draht durch zweckmässig gestaltete, unbewegliche Oeffnungen in harten Körpern zieht, und dieses Durchziehen in fortschreitend kleineren Löchern wiederholt, bis die erforderliche Feinheit des Drahtes erfolgt ist. Das eine vorn etwas zugespitzte Ende des Drahtes steckt man durch das Loch des Zieheisens, dessen Durchmesser etwas kleiner als der des Drahtes ist, befestigt ihn an den Haken einer konisch geformten Trommel (Ziehscheibe, Leier, Bobine), welche in Bewegung gesetzt wird. Die Zieheisen bestehen aus Stahl; zum Ziehen feiner Drähte setzt man auch gebohrte Edelsteine an die Stelle der Zieheisen. Der Eisendraht lässt sich kaum öfter als drei- bis fünfmal ziehen, ohne des Glühens bedürftig zu sein. Eine neue und besonders für das Berg- und Salinenwesen, für den Brückenbau', für die Drahtseilschifffahrt (Tauerei oder Touage), für das überaus wichtige System der Hodgson's Drahtseilbahn, ferner für unterseeische Telegraphenleitungen sehr wichtige Anwendung des Drahtes ist die Verfertigung der Drahtseile. welche aus Eisendrähten ebenso gebildet werden, wie die gewöhnlichen Taue aus Hanffäden, und gegen die Hanfseile und eisernen Ketten, an deren Stelle sie bei der Erzförderung jetzt ziemlich allgemein getreten sind, sowol vermehrte Sicherheit als bedeutende Kostenersparniss gewähren.

Das Stabeisen, Frischeisen, Schmiedeeisen, geschmeidige Eisen ist ein Aggregat von Fasern, welche durch Aneinanderreihung von höchst kleinen Krystallen gebildet sind. Durch starke Erschütterungen, Stösse etc., aber auch durch Erhitzen und Ablöschen in Wasser wird der Zusammenhang zwischen den kleinsten Theilchen aufgehoben und die faserige Textur geht in die körnige über; es wird in diesen Fällen minder fest, wie die Erfahrungen an Eisenbahnwagenaxen und Kettenseilen beweisen. Es ist von hellgrauer Farbe, körnigem oder zackigem Bruche; sein specifisches Gewicht ist von 7,60—7,90. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,24—0,84 Proc., von welchem nur Spuren von Kohlenstoff mechanisch beigemengt sind. Das Stabeisen ist demnach ein Gemenge von Eisen mit etwas Kohleeisen. Es ist eigenthümlich für das Schmiedeeisen, dass es im glühenden Zustande in kaltes Wasser getaucht nicht spröde wird und noch schmiedbar ist. Es ist weit weicher als das weisse und hellgraue Gusseisen und lässt sich leicht feilen, mit Meissel, Hobelmaschine etc. bearbeiten. Das Schmiedeeisen schmilzt weit schwerer als das Roheisen; in der Weissglühhitze wird es weich, so dass zwei Stücke durch Hammerschläge, durch Walzen oder Pressen zu einem einzigen vereinigt werden können. Diese Eigenschaft, welche man die Schweissbarkeit nennt, theilt das Eisen mit dem Platin, Palladium, Kalium und Natrium. — Das durch die Herdfrischung oder durch Puddeln erhaltene Stabeisen ist mehr oder weniger mit fremden Substanzen verunreinigt. Wenn es Schwefel, Arsen oder Kupfer enthält, so zerbröckelt es, wenn es rothglühend gehämmert wird, man nennt dann das Eisen rothbrüchig; durch Silicium

wird das Eisen hart und mürbe (faulbrüchig), durch Phosphor kaltbrüchig, d. h. es lässt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber beim Erkalten schon beim Biegen. Calcium macht das Stabeisen hadrig, d. h. es hört auf, schweissbar zu sein. Was die Anwendbarkeit der verschiedenen Stabeisensorten für praktische Zwecke betrifft, so ist hartes krystallinisches Eisen überall dort vorzuziehen, wo der Reibung zu widerstehen ist, wie z. B. zu den äussersten Theilen der Tyres, zu den Köpfen der Eisenbahnschienen, ferner zu Gegenständen, welche eine dauernde Politur erhalten sollen. Zähes fadiges Eisen eignet sich dagegen am besten für Maschinentheile, den Fuss von Eisenbahnschienen, für Ketten und Anker, überhaupt für Gegenstände, bei welchen Widerstandsfähigkeit gegen Last und Schlag Haupterforderniss ist.

γ) Der Stahl.

Der Stahl unterscheidet sich vom Roh- und Stabeisen durch seinen Kohlenstoffgehalt, vom Roheisen durch seine Schweissbarkeit, vom Stabeisen durch seine Schmelzbarkeit. In Bezug auf den Kohlenstoffgehalt liegt er in der Mitte zwischen Roheisen und Stabeisen. Je nach der Darstellungsweise unterscheidet man daher nachstehende verschiedene Stahlsorten:

A. Der Frischstahl, durch theilweise Entkohlung des Roheisens erhalten, kann entweder sein:

1) Herdfrischstahl (Schmelzstahl, natürlicher Stahl, Mock): zu seiner Darstellung dient hauptsächlich ein aus Spatheisenstein erblasenes Roheisen (Rohstahleisen), welches als Spiegeleisen und luckiges und blumiges Floss, grösstentheils mit Holzkohlen, zum Theil auch mit Koks erblasen wird. Aus gewöhnlichem grauen Roheisen kann man zwar auch Rohstahl darstellen, er ist jedoch von geringerer Qualität. Das Rohstahlfeuer hat im Wesentlichen die Einrichtung eines Frischfeuers, doch unterscheidet sich das Stahlfrischen vom Eisenfrischen dadurch, dass man das Garwerden des Roheisens durch Behandeln unter dem Winde zu bewirken sucht, während das Roheisen beim Eisenfrischen stets vor oder über dem Winde gehalten werden muss. Dadurch wird der Kohlenstoff nur allmählich verbrannt und der Arbeiter hat es in seiner Gewalt, den Process in dem Augenblick zu unterbrechen, wo der Stahl gar ist.

2) Puddelstahl (Flammenofenfrischstahl). Ein allgemein anerkannter Fortschritt in der Stahlfabrikation ist dadurch eingetreten, dass man aus sehr verschiedenen Sorten von Roheisen durch den Puddelprocess mit Steinkohlen Puddelstahl erzeugt, welcher bei

einem sehr billigen Preise zu Bandagen für Locomotiv- und Eisenbahnwagenräder und andere grössere und schwerere Gegenstände verwendet wird. Besonders wichtig ist der Puddelstahl als Material für die Gussstahlfabrikation. Der Schmelzstahl ist zwar weit theurer als der Puddelstahl, zu einzelnen bestimmten Zwecken aber auch unersetzbar, wie zu Schneidewaaren, Klingen, Sägen, Federn, Feilen. Im Allgemeinen verwendet man den Puddelstahl immer mehr und mehr zu Zwecken, zu denen man sonst Holzkohlenstabeisen gebrauchte.

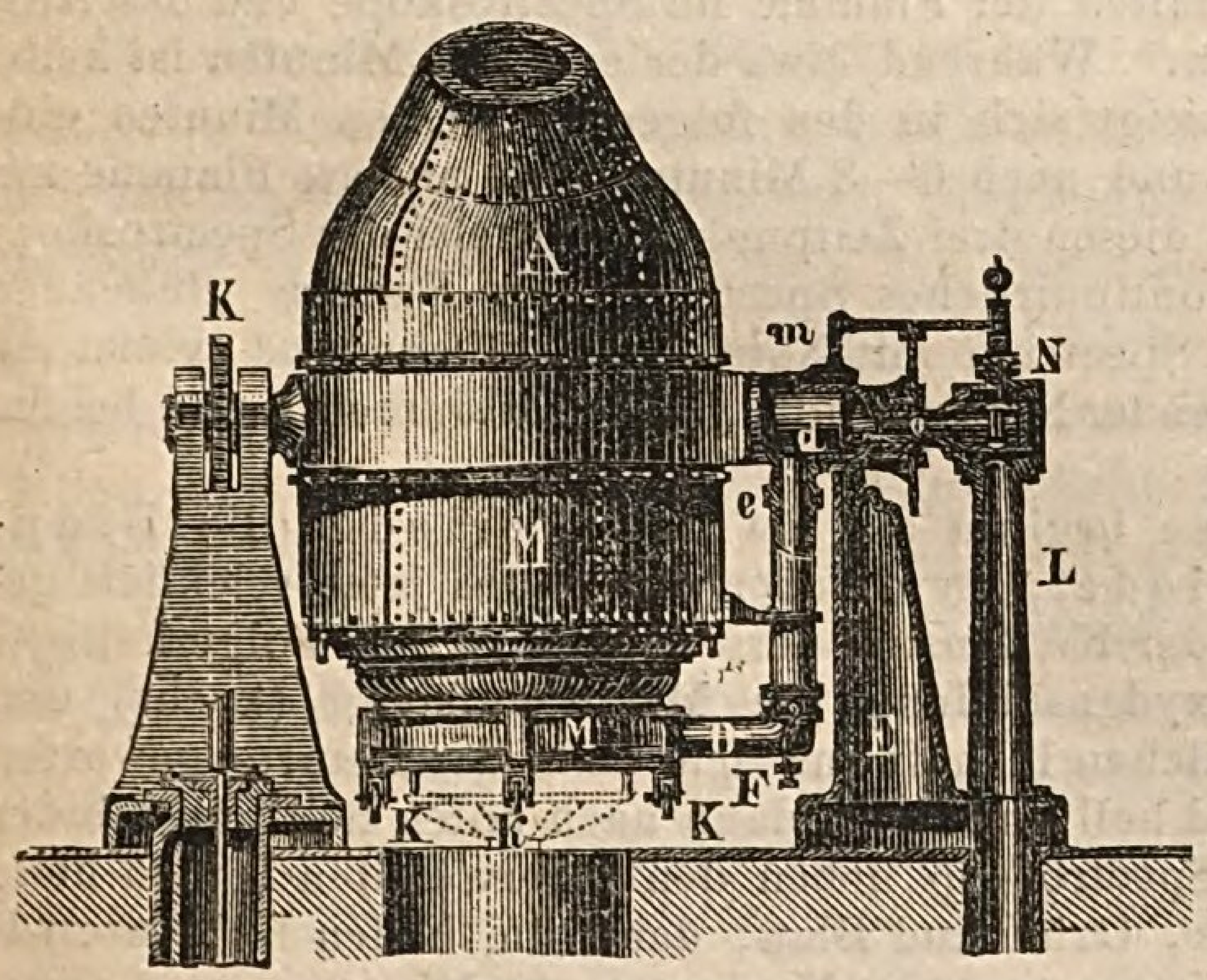
3) Bessemerstahl. Die von J. Bessemer in Sheffield im Jahre 1856 erfundene Methode der Stahlbereitung (das Bessemern, Windfrischen oder der pneumatische Stahlprocess genannt) ist dadurch charakterisirt, dass in flüssiges Roheisen, welches direct aus dem Hohofen oder durch Umschmelzen in Kupolo- oder Flammöfen erfolgt ist, gepresste Gebläseluft geleitet wird, wobei sich dann ohne Zuthun besonderen Brennmaterials durch Verbrennen von Silicium, Mangan und Eisen eine zur Unterhaltung des Processes hinreichend hohe Temperatur erzeugt und Ferrosilicat sich bildet, welches Oxyduloxyd aufnimmt und wie bei den anderen Frischprocessen dadurch oxydirend auf den Kohlenstoff und sonstige fremde Beimengungen wirkt. Dabei setzt man den Oxydationsprocess entweder so weit fort, dass Schmiedeeisen sich bildet, und verwandelt dieses dann durch Zusatz von reinem kohlenstoffreichem Roheisen (Spiegeleisen, Ferromanganese) in Stahl (englisches Verfahren in einer beweglichen Birne), oder man entfernt den Kohlenstoff nur so weit, dass gerade Stahl entsteht (schwedisches Verfahren in feststehenden Oefen, seltener in der Birne, wie auf der Königin-Marienhütte).

Bei der energischen Oxydation verläuft der Process weit schneller als das Frischen in Herden und Flammenöfen und bei der Oxydation des Siliciums verbrennt auch schon ein Theil des Kohlenstoffs wegen der hohen Temperatur. Während beim Bessemern Chargen von 100—200 Ctnr. Roheisen nur 20—25 Minuten Zeit erfordern, bedarf es zur Verarbeitung von 100 Ctnr. Roheisen beim Herdfrischen etwa $1^1/_2$ Wochen, beim Puddeln $1^1/_2$ Tage. Bei diesem raschen Verlauf des Processes lässt sich ein Schwefelgehalt im Roheisen nur unvollständig, Phosphor auch wegen Entstehung einer sauren Schlacke fast gar nicht abscheiden, weshalb ein von diesen Substanzen möglichst freies Material zur Verwendung kommen muss. Beim englischen Process findet, weil das Roheisen zuvor in Schmiedeeisen verwandelt und dann durch Zusatz einer bestimmten Menge Spiegeleisen mit bekanntem Kohlenstoffgehalte rückgekohlt wird, eine bessere Reinigung statt, als beim schwedischen; auch gestattet ersterer eine sicherere Leitung und die Herstellung eines gleichmässigeren Productes, als letzterer, weil es

schwierig ist, da sich der ganze Process nur nach Minuten berechnet, gerade den Punkt einzuhalten, wo der zur gewünschten Stahlbildung erforderliche Kohlenstoff noch vorhanden ist. Es wird deshalb der schwedische Process seltener angewandt, als der englische. Im Vergleich zum Frischen in Herden und Puddelöfen liefert der Bessemerprocess ohne besonderes Brennmaterial und bei grosser Production ein flüssiges von Schlacken freies Product, ohne jedoch eine so vollständige Abscheidung fremder Stoffe zu gestatten.

Das vorzüglichste Roheisen für das Bessemern ist ein graues, mangan- und siliciumhaltiges, von Schwefel und Phosphor möglichst freies Roheisen. Beim Einleiten von stark gepresstem Wind in solches flüssig gemachtes Eisen verbrennen zuerst Silicium und Mangan neben Eisen und geben eine so hohe Temperatur, dass sie zum Flüssigerhalten der Masse während des weiteren Verlaufes des Processes hinreicht. Durch einen Gehalt an Mangan, welches fast gleichzeitig mit Silicium sich oxydirt, wird der Process in die Länge gezogen, desgleichen wirkt ein Graphitgehalt in der ersten Periode verzögernd, indem er zuvor in chemisch gebundenen Kohlenstoff, ähnlich wie beim Feinen des Roheisens übergeht, bevor seine Verbrennung stattfindet. In den manganreichen grauen Roheisensorten scheint das Silicium meist an Mangan gebunden zu sein. Bei siliciumarmen, nur chemisch gebundenen Kohlenstoff enthaltenden weissen Roheisensorten wird gleich anfangs neben Eisen der Kohlenstoff energisch verbrannt, der Process verläuft, was für die Abscheidung fremder Stoffe nicht günstig ist, noch rascher, die erzeugte Temperatur genügt nicht zum gehörigen Flüssigerhalten der Masse und es entsteht ein dickflüssiger, mit Schlacke vermengter Stahl, welcher beim Hämmern nicht dicht wird. Da ein geringer Schwefelgehalt dem Stahl weniger schadet, als dem Stabeisen, so können gute Koksroheisensorten zufriedenstellende Resultate geben, zumal wenn Mangan vorhanden ist, welches zur Entfernung von Schwefel, nicht aber von Phosphor beiträgt. Der zulässige Maximalgehalt an Phosphor für Bessemerroheisen ist 0,05—0,15 Proc. Roheisen mit 0,01 Proc. Phosphor und 0,01 Proc. Schwefel ergab gute Resultate, solches mit 0,52 Proc. Phosphor und 0,05 Proc. Schwefel total ungenügende.

Fig. 8.



Der englische Apparat zum Bessemern besteht aus einem birnenförmigen Gefäss (Frischbirne, Converter) von Eisenblech *A* (Fig. 8), innen mit feuerfester Masse ausgekleidet, an zwei horizontalen Zapfen aufgehangen und um diese drehbar mittelst eines Zahnrades *H*, in welches eine

von dem Kolben einer hydraulischen Presse bewegte Zahnstange eingreift. An den Boden der Retorte wird mittelst hydraulischer Pressung durch *K* ein Windkasten *M* angedrückt, aus welchem Düsen mit meist 49 oder 84 Oeffnungen den Wind in grosser Vertheilung in's Innere der Birne gelangen lassen. Die Gebläseluft strömt aus der Windleitungsröhre *L* durch die Röhre *o* in einen Raum um den Zapfen *d* herum, steigt in der Röhre *e* nieder und tritt durch die Röhre *D*, welche mittelst eines Bügels an *e* befestigt ist, in den Windkasten *M*. Die den Zapfen *d* umgebende Hülse *m* ruht auf dem Ständer *E* und ist durch eine Stopfbüchse mit der Röhre *o* in schliessender Verbindung.

Beim Betriebe wird das flüssige Eisen (60, 100 bis 200 Centner) in einer Rinne durch den Hals der um etwas mehr als 90° geneigten Birne so in dieselbe eingelassen, dass dasselbe nicht in die Düsenöffnungen im Boden eintritt und diese verstopft. Hierauf wird die Birne aufgerichtet und der Wind angelassen, welcher eine so starke Pressung haben muss, dass er dem in die Düsenöffnungen eindringenden Eisen hinreichend Widerstand leistet und sich in feinen Strahlen darin vertheilt. In der damit beginnenden ersten Periode (Fein- oder Verschlackungsperiode) oxydiren sich unter Erzeugung einer den Schmelzpunkt des Schmiedeeisens übersteigenden Temperatur Silicium, Mangan und ein Theil Eisen, es entsteht eine aus Eisen- und Manganoxydulsilicat bestehende Schlacke und der Graphit geht in chemisch gebundenen Kohlenstoff über, ohne dass erhebliche Mengen davon verbrennen. Als Kennzeichen zur Beurtheilung des fortschreitenden Processes dienen hauptsächlich die Beschaffenheit der an der Retortenmündung zu beobachtenden Flamme, der Funken und des Auswurfes, sowie neuerdings auch das Verhalten der Flamme im Spectroskope und das Aussehen genommener Proben. Während etwa der ersten 4 Minuten ist keine Flamme sichtbar, dann zeigt sich in den folgenden beiden Minuten eine kleine gespitzte Flamme und nach 6—8 Minuten eine unstäte Flamme mit Explosionen, während in diesen drei Zeitpunkten mittelst des Spectroskops anfangs ein schwaches continuirliches Spectrum von Funken glühenden Metalles, dann ein helles Spectrum mit Natriumlinieblitzen und zuletzt ein helles Spectrum mit bleibender Natriumlinie, rother Lithiumlinie und beiden Kaliumlinien hervortritt.

Mit den Explosionen beginnt die zweite Periode (die Eruptions- oder Kochperiode), in welcher durch das jetzt reichlich gebildete Eisenoxyduloxyd der Kohlenstoff verbrannt wird, in Folge heftiger und reichlicher Kohlenoxydgasbildung die Masse aufsteigt (kocht) und Schlacken- und Eisentheilchen lebhaft aus dem Hals der Retorte geworfen werden. Die Flamme wird hell und dicht, dann nach unten hell und minder dicht, während vor dem Spectroskop neben den vorerwähnten Linien helle Kohlenoxydlinien in Roth, Grün und Blau, dann die hellen Kohlenoxydlinien in Grün deutlicher hervortreten. Nach etwa 14 Minuten von Beginn des Processes an ist diese Periode beendigt, in der nun folgenden dritten Periode (Garfrischperiode) ist das Bad ruhiger geworden, die Eruptionen haben aufgehört und es wird neben dem noch rückständigen Kohlenstoff viel Eisen verbrannt, welches sich, indem die Flamme weniger hell und kleiner wird, an einem lebhaften Funkenregen zu erkennen giebt. Mit dem Verschwinden der Flamme und dem Uebergang der grünen Kohlenoxydlinien in ein continuirliches Spectrum ist der Kohlenstoff nach etwa

18—20 Minuten verbrannt und oxydirtes Eisen vorhanden. Nun wird bei abgestelltem Winde die Birne geneigt und durch deren Hals so viel flüssiges, manganreiches Spiegeleisen oder Ferromanganese hinzugesetzt, dass man Stahl von einem bestimmten Kohlenstoffgehalt erhält. Hierauf richtet man die Birne wieder auf und lässt sich entweder die Massen nur mischen oder leitet noch einen Augenblick des bessern Mischens wegen Wind durch. Das Mangan wirkt dabei reinigend. Das fertige Product wird durch Neigen der Frischbirne aus deren Hals in Formen gegossen.

Man stellt aus dem Bessemerstahl dar Dampfkesselbleche, Radbandagen (Tyres), Wagenaxen, Eisenbahnschienen, Kanonen, Projectile und schwere härtere Gegenstände. Weniger geeignet erscheint der Bessemerstahl zu Werkzeugen, wie Bohrer, Meissel, Drehstähle, Feilen etc., namentlich in solchen Fällen, wo es auf die Erzielung einer dauerhaften Schärfe ankommt. Der weiche Bessemerstahl hat sich als ein ausgezeichnetes Material zur Herstellung dünner Bleche erwiesen.

4) Heatonstahl. Nach einem im Jahre 1868 aufgekommenen Verfahren der Stahlbereitung wird das Roheisen durch Frischen mit Natronsalpeter in Stahl übergeführt. Man nennt diesen Stahlbildungsprocess das Salpeterfrischen.

Der sogenannte Uchatiusstahl wird dargestellt, indem man granulirtes Roheisen mit Spatheisensteinpulver beschickt und die Beschickung im Graphittiegel schmilzt. Nach der Martin'schen Modification, welche den Martinstahl liefert, wird das Schmelzen nicht mehr in Tiegeln, sondern in einem Siemens'schen Regenerativ-Gasofen ausgeführt.

B. Die zweite Hauptstahlart ist der Kohlungsstahl (Cementstahl, Brennstahl), welcher durch anhaltendes Glühen von Stabeisen mit kohlehaltigen Substanzen, die zugleich Stickstoff enthalten, dargestellt wird. Das Verfahren bei der Cementstahlfabrikation ist folgendes: Die Eisenstäbe werden schichtenweise mit dem kohlenhaltigen Pulver (Cementirpulver) in thönerne Kästen eingelegt, diese werden luftdicht verschlossen. Zwei solche Kästen sind in einem Ofen angebracht, der mit Steinkohlen, selten mit Holz gefeuert wird und 6 Tage in der Rothglut bleibt, worauf man ihn erkalten lässt und die in Stahl verwandelten Stäbe herausnimmt. Ein Ofen enthält 300—350 Ctr. Eisen. Die Cementirpulver müssen die zur Bildung von Cyankalium nöthigen Bedingungen oder bereits fertig gebildetes Cyanmetall enthalten, da, wie aus neueren Untersuchungen hervorzugehen scheint, das Cyan als Träger des Kohlenstoffs bei der Cementstahlbildung angesehen werden muss. Der durch Cementiren erhaltene Rohstahl ist nach der Operation brüchig und auf seiner Oberfläche gewöhnlich blasig (daher sein Name Blasenstahl).

Sowol der Roh- als auch der Cementstahl sind sehr ungleichartig und lassen sich daher nicht direct verarbeiten, sondern müssen vorher durch Gerben oder Raffiniren homogen gemacht werden. Das Gerben ge-

schieht dadurch, dass man die rohen Stäbe zu dünnen flachen Stäben ausreckt, diese rothglühend in kaltes Wasser wirft, mehrere davon zu einem Bündel (eine Zange oder Garbe) zusammenlegt, weissglühend macht und dann wieder unter dem Hammer oder zwischen Walzen ausreckt. Der Gerbstahl führt, weil er auch zu Tuch- und Schafscheeren verwendet wird, den Namen Scheerenstahl. Das Gerben eignet sich besser für den Rohstahl als für den Cementstahl, bei dessen Raffination das Umschmelzen geeigneter ist.

Der Gussstahl, welcher in der modernen Industrie zur Darstellung von Kanonen, Glocken, Eisenbahn-Radreifen (Bandagen, Tyres), Achsen und anderen Theilen von Locomotiven, Anker, Gewehrläufe, Pumpenstangen und als Werkzeugstahl eine so wichtige Verwendung gefunden, wird durch Umschmelzen von Rohstahl (Frischstahl und Puddelstahl), Bessemerstahl oder Cementstahl dargestellt. Durch zweckmässige Auswahl des einzuschmelzenden Materials lässt sich jede gewünschte Beschaffenheit des Gussstahls erlangen. Das Schmelzen des Stahles geschieht in feuerfesten Tiegeln (ohne Gebläse) entweder bei Glühfeuer von Koks oder mittelst Steinkohlenflammenfeuer in nach Art der Glasöfen construirten Flammengefässöfen. Der geschmolzene Stahl wird in eiserne Barrenformen gegossen. Nach dem Erkalten werden die Stahlbarren wieder glühend gemacht und unter Hämmern oder zwischen Walzen ausgereckt; das so bearbeitete Metall heisst alsdann raffinirter Gussstahl. Derselbe ist weit vorzüglicher als Stahl aus demselben Eisen, das aber durch Gerben von rohem Cementstahl bereitet wurde. In Preussen hat sich die Gussstahlfabrikation hauptsächlich auf das Ruhrsteinkohlenbecken concentrirt, und die bedentendste Fabrik dort und überhaupt der Welt ist die von Fr. Krupp in Essen, deren Hauptmaterial Puddelstahl ist*). Bei der Vollkommenheit des Gussstahles und der Möglichkeit dieses in Beziehung auf Festigkeit, Zähigkeit, Elasticität und Härte beste aller Materialien durch Giessen in die gewünschte Form bringen zu können, ist der Anwendung des Gussstahls ein grosses Feld geöffnet und der Maschinenconstruction ein weiteres unschätzbares Mittel geboten.

Oftmals ist es zu gewissen technischen Zwecken hinreichend, weiches Eisen nur auf seiner Oberfläche in Stahl zu verwandeln. Man nennt diese Operation die Verstählung oder die Einsatzhärtung; sie wird ausgeführt, indem man den zu verstählenden Gegenstand auf der Oberfläche mittelst Smirgel reinigt, ihn mit einem kohlehaltigen Cementpulver einschichtet und in einem gewöhnlichen Windofen ohne Gebläse glüht. An der Oberfläche verwandelt man das Eisen in Stahl, indem man dasselbe im glühenden Zustande mit Blutlaugensalzpulver überstreut.

*) Auf den internationalen Ausstellungen stellte die Firma Fr. Krupp Gussstahlblöcke aus und zwar

in London	1851	einen Block von	2250 Kil.
„ Paris	1855	„ „ „	5000 „
„ London	1862	„ „ „	20,000 „
„ Paris	1867	„ „ „	40,000 „
„ Wien	1873	„ „ „	52,000 „

Was die technisch wichtigeren Eigenschaften des Stahls betrifft, so ist derselbe von lichtgrauweisser Farbe, nicht sehr starkem Glanz, körnigem und gleichartigem Bruche, und von je dichterem Korne, je besser er ist. Die körnige Textur des Stahles ist charakteristisch; guter weicher Stahl zeigt nie die grobkörnige Textur des grauen Roheisens, noch das Sehnige des Schmiedeeisens; gehärteter Stahl gleicht auf seiner Bruchfläche dem feinsten Silber und die Körner sind kaum mit unbewaffnetem Auge zu unterscheiden. Er lässt sich, gleich dem Schmiedeeisen, im glühenden Zustande schneiden und schweissen; nur ist er dabei vorsichtiger zu behandeln, um eine Entkohlung zu vermeiden. Er ist ferner schmelzbar wie das Gusseisen und vereinigt deshalb die Vorzüge desselben mit denen des Schmiedeeisens. Er schmilzt bei 1700—1900° C. Durch Eintauchen von weichem Stahl in verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure wird die Textur desselben blossgelegt, welches Mittel zur Beurtheilung und Vergleichung der Qualität des Stahles anwendbar ist. — Sein specifisches Gewicht variirt zwischen 7,62—7,81. Es vermindert sich beim Härten (z. B. von 7,92 auf 7,65). Der Kohlenstoffgehalt differirt von 0,6—1,9 Proc. Durch den grösseren Gehalt an Kohlenstoff nimmt die Festigkeit und Härte des Stahles zu. Die sich als Elasticität äussernde Biegsamkeit, welche guter Stahl in hohem Grade besitzt, nimmt mit der Härte ab. Im glühenden Zustande abgelöscht, gewinnt der Stahl an Härte und Sprödigkeit, sodass er Glas ritzt und der Feile widersteht. Ein polirtes Stahlstück nimmt bei allmäligem Erhitzen nach und nach verschiedene Farben (Anlauffarben) an. Man nennt diese Operation, welche das farbige Anlaufen des Stahles zum Zwecke hat, das Anlassen (Nachlassen). Zur richtigen Beurtheilung der Temperatur und des davon abhängigen Härtegrades bedient man sich der Anlauffarben. So ist z. B. die Anlauffarbe für Lanzetten blassgelb, für Rasirmesser strohgelb, für Klingen und Uhrfedern hellblau.

Eine berühmte Sorte des Stahls ist der Damascenerstahl oder Wootz, der zur Herstellung der Damascenerklingen dient, zu welchem jedoch das Rohmaterial aus Kabul in Afghanistan bezogen wird; er besitzt die Eigenschaft, wenn seine Oberfläche mit Säure geätzt wird, ungleichförmige Adern (Damascirung) zu zeigen; auch durch Umschmelzen verliert er diese Eigenschaft nicht. Man hat sie durch die Annahme zu erklären gesucht, dass der Kohlenstoff mit dem Eisen in verschiedener Weise verbunden sei, und dass diese verschiedenen Kohlenstoffverbindungen je nach ihrer grösseren oder geringeren Neigung zu krystallisiren sich trennen.

Die Stahlproduction in Europa lässt sich gegenwärtig (1874) auf 10 Millionen Zollcentner schätzen; davon kommen auf

Grossbritannien	2,800,000	Centner
das Deutsche Reich	3,800,000	,,
Frankreich	1,250,000	,,
Schweden	250,000	,,
Oesterreich-Ungarn	1,500,000	,,
die übrigen Länder	0,400,000	,,
	10,000,000	Centner

δ) Eisenpräparate.

Unter den chemischen Eisenpräparaten sind hervorzuheben: 1) der Eisenvitriol; 2) die Eisenmennige; 3) das Blutlaugensalz und 4) das Berlinerblau.

1) Der Eisenvitriol (grüner Vitriol, Kupferwasser) ist schwefelsaures Eisenoxydul oder Ferrosulfat mit 44 Proc. Krystallwasser. Seine Formel ist $FeSO_4 + 7\ H_2O$. Er kommt in grünlichen Krystallen im Handel vor, die einen zusammenziehenden, tintenartigen Geschmack besitzen, an der Luft leicht verwittern und sich dabei mit einem gelben Pulver — basisch schwefelsaurem Eisenoxyd — überziehen, zu welchem zuletzt die Krystalle gänzlich zerfallen.

Da die Alaunerze, welche zur Alaunfabrikation angewendet werden, stets Schwefelkies, sei es als Eisenkies oder als Vitriolkies, enthalten, welcher durch Verwittern und Rösten in schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenoxyd übergeht, so erhält man den Eisenvitriol sehr häufig als Nebenprodukt bei der Alaunfabrikation, indem man die eisenhaltigen Mutterlaugen abdampft und krystallisiren lässt. — Aus Stein- und Braunkohlenlagern, in denen sich häufig Schwefelkies in grosser Menge findet, die sich leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure und Magnetkies oxydiren, gewinnt man den Eisenvitriol, indem man in einer mit Lehm wasserdicht gemachten Grube das Erz ausbreitet und dort jahrelang liegen lässt. Die Grube ist nach der einen Seite zu geneigt, auf dieser Seite befindet sich ein ebenfalls wasserdichter Behälter. Wenn es auf diese Haufen (Bühnen) regnet, so löst das Wasser den entstandenen Eisenvitriol auf und fliesst in den Behälter, in welchem sich Eisenabfälle befinden, um das Eisenoxyd in Oxydul umzuwandeln und die freie Schwefelsäure abzustumpfen. Aus diesem Behälter pumpt man die Lösung in die Abdampfpfannen, in welchen sie zur Krystallisation abgedampft wird. In Gegenden, in welchen vortheilhaft aus Schwefelkies Schwefel destillirt werden kann, benutzt man den abdestillirten Schwefelkies (Schwefelbrand, Abbrand) durch Verwitternlassen und Auslaugen auf Eisenvitriol. Aus den zur Eisenvitriolfabrikation verwendeten Erzen gehen natürlicherweise mancherlei fremde Bestandtheile in den Eisenvitriol über, die denselben verunreinigen. Dort, wo die localen Verhältnisse es gestatten, stellt man Eisenvitriol oft sehr wohlfeil durch Auskochen von gepochten Eisenfrischschlacken mit Schwefelsäure dar. Wo Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul) rein vorkommt, kann man sich desselben zur Bereitung des

Eisenvitriols bedienen, indem man das Mineral in Schwefelsäure löst und die Lösung zum Krystallisiren abdampft.

Die im Grossen erhaltene Eisenvitriollösung wird in die Krystallisirgefässe gegossen, in welche man gewöhnlich Holzstäbe oder Strohhalme gestellt hat. Die an den Stäben sich absetzenden Krystalle bilden den sogenannten Traubenvitriol. Die am Boden und an den Wandungen befindlichen Krystalle, die Tafeln, sind minder schön krystallisirt. Der Eisenvitriol findet hauptsächlich Anwendung als Desinfectionsmittel, dann auch in der Färberei zum Schwarzfärben, indem das Oxydul des Eisenvitriols sich zu Oxyd oxydirt, und in diesem Zustande durch die in den Galläpfeln, der Eichenrinde, dem Quercitron, dem Gelbholz, dem Fustikholz u. s. w. enthaltene Gerbsäure (das Tannin) in gerbsaures Eisenoxyd verwandelt wird; es wird ferner angewendet zur Bereitung der Tinte, zum Desoxydiren des Indigs (Bereitung der kalten Küpe), zum Reinigen des Leuchtgases, zum Fällen des Goldes aus seinen Lösungen; zur Darstellung von Berlinerblau und zum Blaufärben, zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure und noch zu vielen anderen Zwecken.

2) Die Eisenmennige, die seit einiger Zeit zum Anstreichen als Ersatzmittel der gewöhnlichen Mennige dient, besteht aus Eisenoxyd und Thon und erscheint als ein feines Pulver von dunkelrothbrauner Farbe. Die Eisenmennige ist zum Anstreichen weit vortheilhafter als die Bleimennige. Die Kosten eines Anstriches verhalten sich wie 20 (Eisenmennige) und 39 (Bleimennige).

3) Das gelbe Blutlaugensalz (Ferrocyankalium, Kaliumeisencyanür, blausaures Eisenoxydul-Kali oder Blausalz, $K_4 Fe Cy6 + 3 H_2 O$) ist ein in technischer Beziehung überaus wichtiger Körper. Das Blutlaugensalz krystallisirt in grossen, blass citronengelben Prismen, die luftbeständig und nicht giftig sind, bitterlich süss schmecken, sich in 4 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser, aber nicht in Alkohol lösen. Es wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferrocyan mit Kalium und Wasser oder als eine Verbindung von Eisencyanür mit Cyankalium und Wasser. Bei der Temperatur des siedenden Wassers verlieren die Krystalle ihr Wasser.

Im Grossen stellt man das Blutlaugensalz dar, indem man stickstoffhaltige Kohle, wie die aus Horn, Blut, Klauen, Wollstaub, Lederabschnitten, mit Potasche in eisernen Gefässen glüht. Man nimmt auf 100 Th. Potasche 400 Th. Hornkohle und 10 Th. Eisenfeile. Das Zusammenschmelzen der Rohmaterialien geschieht entweder in geschlossenen eisernen Gefässen (Muffeln, Birnen) oder in offenem Flammenofenfeuer. Die erhaltene schwarze Masse, die sogenannte Schmelze, wird mit siedendem Wasser ausgezogen. Die Flüssigkeit heisst die Rohlauge oder Blutlauge. Aus ihr krystallisirt beim Erkalten Blutlaugensalz heraus, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird. Die ausgelaugten Rückstände (die Schwärze oder der Satz) werden als Dünger verwendet.

Das gelbe Blutlaugensalz dient in der Technik zur Darstellung des rothen Blutlaugensalzes, des Berliner Blaues, des Cyankaliums, in der Färberei

zur Erzeugung von Blau und Braunroth, sowie zur oberflächlichen Umwandlung des Eisens in Stahl (Einsatzhärtung). In der neueren Zeit ist es auch zur Fabrikation von sog. weissem amerikanischen Schiesspulver und gewissen Sorten von Sprengpulver verwendet worden.

Das rothe Blutlaugensalz (Ferridcyankalium, Kaliumeisencyanid; $K_3 Fe Cy_6$) ist ein ebenfalls in der Färberei häufig angewendeter Körper. Dieses Salz krystallisirt in wasserfreien, schönen rothen Säulen, die sich in 4 Th. Wasser lösen. Es wird betrachtet als eine Verbindung von Ferridcyan mit Kalium. Man stellt es dar, indem man fein zerriebenes gelbes Blutlaugensalz der Wirkung von Chlorgas aussetzt. Sobald man bemerkt, dass das Chlor unabsorbirt durch die Masse hindurchgeht, muss die Operation unterbrochen und das Pulver der Wirkung des Chlors entzogen werden. Man löst dann in möglichst wenig Wasser; rothes Blutlaugensalz krystallisirt heraus, während Chlorkalium gelöst bleibt. Das rothe Blutlaugensalz dient hauptsächlich zum Blaufärben von Wollstoffen und (mit Natron- oder Kalilauge gemischt) als Aetzmittel (Mercer's Liquor) in der Kattundruckerei.

4) Berliner Blau. Man unterscheidet drei verschiedene Sorten Berliner Blau, die sich von einander durch ihre Bereitungsweise und ihre Zusammensetzung unterscheiden, nämlich das neutrale, das basische Berlinerblau und ein Gemisch von beidem.

α) Das neutrale Berlinerblau (Pariserblau, Erlangerblau, Hamburgerblau) wird erhalten, indem man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz in eine Lösung von Eisenchlorid oder in die eines Eisenoxydsalzes giesst. Es bildet sich ein prächtig blauer, sehr voluminöser Niederschlag, welcher sich nur schwierig auswaschen lässt und stets eine gewisse Menge gelbes Blutlaugensalz enthält, das durch Auswaschen nicht entfernt werden kann.

β) Das basische Berlinerblau entsteht durch Fällen von gelbem Blutlaugensalz mit Eisenoxydullösung, wodurch ein weisser Niederschlag von Eisencyanür sich bildet, welcher an der Luft oder durch oxydirende Agentien blau wird, indem ein Theil des Eisens sich oxydirt, wodurch ein anderer Theil Eisencyanür jenes Cyan aufnimmt und dadurch in Cyanid übergeht, welches sich mit dem übrig gebliebenen Cyanür zu Berlinerblau vereinigt, welchem Eisenoxyd beigemischt ist. Man giebt an, das basische Berlinerblau unterscheide sich von dem neutralen dadurch, dass es im Wasser löslich sei. Dies ist insofern nicht richtig, als die Löslichkeit dieser Verbindung durch einen Gehalt an Blutlaugensalz bedingt ist.

γ) Da man im Fabrikbetriebe aber weder reines Eisenoxydul-, noch ein reines Eisenoxydsalz anwendet, sondern immer ein oxydhaltiges Eisenoxydulsalz, so besteht der Niederschlag anfangs immer aus einem Gemenge von neutralem Berlinerblau mit weissem Eisencyanür, welches später in basisches Berlinerblau übergeht. Das Berlinerblau des Handels ist daher immer ein Gemisch von neutralem mit basischem Berlinerblau in wechselnden Verhältnissen. Als Eisenoxydulsalz wendet man allgemein Eisenvitriollösung an, die durchaus frei von Kupfer sein muss, indem Kupfersalze mit Blutlaugensalz einen chocoladebraunen Niederschlag geben.

δ) L ö s l i c h e s B e r l i n e r b l a u. Da das gewöhnliche Berlinerblau seiner Unlöslichkeit im Wasser wegen nur als Deckfarbe Anwendung finden kann, das basische Berlinerblau aber nur bei Gegenwart von Blutlaugensalz sich löst, so ist die Entdeckung, dass reines Berlinerblau sich in Oxalsäure löse und in dieser Gestalt als Saftfarbe Anwendung finden könne, für die Farbentechnik von grosser Wichtigkeit. Das zweckmässigste Mengenverhältniss zur Darstellung einer haltbaren Lösung besteht in 8 Th. mit Schwefelsäure behandeltem Berlinerblau, 1 Th. Oxalsäure und 256 Th. Wasser. Nach anderen Angaben erhält man in Wasser vollkommen und leicht lösliches Berlinerblau 1) durch Fällen einer wässerigen Lösung von E i s e n j o d ü r mit B l u t l a u g e n s a l z, so dass letzteres jedoch im Ueberfluss bleibt; 2) durch Vermischen einer Lösung von Eisenchlorid in ätherhaltigem Weingeist mit wässeriger Blutlaugensalzlösung.

In neuerer Zeit stellt man hier und da Berlinerblau aus dem G a s k a l k e, der zum Reinigen des Steinkohlengases gedient hat und Cyancalcium enthält, dar.

Reines Berlinerblau ist dunkelblau, hat einen kupferähnlichen Glanz und Strich, ist in Wasser und Alkohol unlöslich und wird durch alkalische Lösungen und concentrirte Säuren, sowie durch Erhitzen zersetzt. Je leichter und lockerer, um so besser ist es. Man verwendet es besonders in der Wassermalerei und als Leimfarbe, seltener in der Oelmalerei. Die vorzüglichste Anwendung findet das Berlinerblau in der Färberei für Wolle und Baumwolle und in der Zeugdruckerei.

Das Kobalt.

(Co = 59; spec. Gew. = 8,7.)

Das K o b a l t kommt in der Natur hauptsächlich als S p e i s k o b a l t (mit 3—24 Proc. Kobalt und 0—35 Proc. Nickel) und als K o b a l t g l a n z (mit 30—34 Proc. Kobalt) vor. Die gerösteten Kobalterze, welche von den Porcellan-, Glas- und Fayencefabrikanten gekauft werden, führen die Namen S a f f l o r, Z a f f e r, K o b a l t s a f f l o r. In neuerer Zeit stellt man m e t a l l i s c h e s K o b a l t im Grossen dar. Es besitzt eine stahlgraue Farbe mit einem Stich in's Röthliche, hat lebhaften Metallglanz, lässt sich gut poliren, ist geschmeidig, dehnbar und übertrifft an Zähigkeit das Eisen. Erst in sehr hoher Temperatur schmilzt es. Von verdünnten Säuren wird es langsam, von Salpetersäure und Königswasser leichter aufgelöst. Sein spec. Gewicht ist 8,7.

Die auf K o b a l t f a r b e n zu verarbeitenden Erze werden, um das Kobalt zu oxydiren, den Schwefel und das Arsen zu verflüchtigen, geröstet. Je nach der Reinheit der gerösteten Kobalterze unterscheidet man ordinäre (OS), mittlere (MS) und feine (FS und FFS) Safflore. Sie bestehen wesentlich aus Kobaltoxyd, -Oxydul,

Arsen, Nickel, mit Spuren von Mangan-, Wismuthoxyd u. s. w. Man stellt aus dem Safflor dar: die Smalte, das Kobaltultramarin, das Coelin und das Rinman'sche Grün, an welche sich die schön violette Kobaltbronze (phosphorsaures Kobalt-Ammoniak) anschliesst.

Smalte. Man stellt die Smalte auf den Blaufarbenwerken dar, indem man die gerösteten Kobalterze mit Quarzsand und Potasche in Häfen in einem Glasofen zusammenschmilzt; das erhaltene Glas wird, sowie es aus dem Ofen kommt, abgelöscht, wodurch es mürbe wird und zerfällt. Darauf wird das Glas in Pochwerken gepocht und mit Wasser auf Mühlen fein gemahlen. Das feingemahlene Pulver lässt man mit Wasser in Waschfässern stehen, was sich zuerst absetzt, ist das gröbere Streublau (Streusand), das auf die Mühle zurückgegeben oder in den Handel gebracht wird. Aus der trüben Flüssigkeit setzen sich nach und nach ab Couleur (gröberes Pulver), Eschel und Sumpfeschel. Durch wiederholtes Mahlen und Auswaschen stellt man aus der gewöhnlichen Smalte verschiedene Sorten dar. Die beste, d. h. die kobaltreichste Sorte Smalte heisst Königsblau. Man benutzt die Smalte zum Bläuen des Papiers, der Leinwand, zum Blaufärben des Krystallglases und des Emails etc. Wegen ihrer Härte eignet sie sich nicht besonders zum Bläuen des Papiers, da ein mit Smalte gebläutes Papier die Feder stumpf macht. In der neueren Zeit ist die Smalte in ihrer Anwendung zum Bläuen zum grossen Theil durch das künstliche Ultramarin verdrängt worden.

Das Kobaltultramarin oder *Bleu Thénard* ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul (Kobaltoxydul-Aluminat) bestehende Farbe. Man stellt das Kobaltultramarin dar, indem man eine Alaunlösung mit der Lösung eines Kobaltoxydulsalzes mischt und dann durch kohlensaures Natron fällt oder sofort Natronaluminat mittelst Chlorkobalt zersetzt. Der aus Thonerdehydrat und Kobaltoxydulhydrat bestehende Niederschlag wird abgewaschen, getrocknet und anhaltend geglüht. Die Gegenwart von Phosphorsäure oder Arsensäure begünstigt die Verbindung der Thonerde mit dem Kobaltoxydul und erhöht die Schönheit des Kobaltultramarins. Die Farbe desselben kommt bei Tageslicht dem Ultramarin fast ganz gleich, bei künstlichem Lichte erscheint sie aber, wie die meisten Kobaltfarben, schmutzig violett. Diese Verbindung ist luft- und feuerbeständig und wird in der Wasser-, Oel- und Porcellanmalerei benutzt.

Das Coelin (Coeruleum, *Bleu céleste*) ist eine neue lichtblaue Farbe für die Oel- und Aquarellmalerei, welche in England dargestellt wird und die vortreffliche Eigenschaft besitzt, beim Lampenlichte nicht violett zu erscheinen. Es ist zinnsaures Kobaltoxydul.

Das Rinman'sche Grün (Zinkgrün) ist die dem Kobaltultramarin entsprechende grüne Verbindung, in welcher die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt ist. Man stellt diese Farbe dar, indem man Zinkvitriollösung mit Kobaltoxydullösung mengt, das Gemenge vermittelst kohlensauren Natrons fällt, den Niederschlag auswäscht, trocknet und glüht. Es besteht aus 88 Th. Zinkoxyd und 12 Th. Kobaltoxydul.

Das Nickel.

(Ni = 59; spec. Gew. = 8,97—9,26.)

Das Nickel kommt in folgenden Nickelerzen vor: dem Kupfernickel (Rothnickelkies) (mit 44 Pr. Ni), dem Antimonnickel (mit 31,4 Proc. Ni), dem Weissnickelkies (mit 28,2 Proc. Ni), überhaupt den nickelreichen Varietäten des Speisekobalts, dem Nickel- oder Haarkies (mit 64,8 Proc. Ni) und dem Nickelantimonglanz (mit 26,8 Proc. Ni). Häufig ist auch ein mit vorstehenden Nickelerzen imprägnirter Magnetkies und Schwefelkies Gegenstand der Nickelgewinnung, ebenso auch die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke.

Die im Mineralreiche sich findenden Nickelverbindungen sind im reinen Zustande höchst selten nur das Material zur Darstellung des Nickels, in den meisten Fällen kommen die Nickelerze mit anderen Erzen oder erdigen Substanzen gemengt vor, so dass ähnlich wie bei der Kupfergewinnung der eigentlichen Nickeldarstellung meist ein Concentrationsschmelzen vorausgeht. Als Concentrationsmittel verwendet man bei Erzen, welche das Nickel als Schwefelmetall enthalten, Schwefeleisen, bei Erzen dagegen, in denen das Nickel neben Arsen vorkommt, das Arsen. Das Produkt heisst in dem ersten Falle Stein, in dem zweiten Speise. Aus diesen nickelhaltigen Produkten, zu denen auch zuweilen Schwarzkupfer sich gesellt, stellt man dann auf trockenem oder auf nassem Wege entweder metallisches Nickel oder eine Legirung desselben mit Kupfer dar.

Das metallische Nickel ist fast silberweiss mit einem geringen Stich ins Gelbliche, strengflüssig, ziemlich hart, sehr dehnbar und politurfähig, hat einen bedeutenden Glanz und ein specifisches Gewicht von 8,97—9,26. Im reinen Zustande lässt es sich walzen, schmieden und zu Draht ziehen. Die Zähigkeit des Nickels zu der des Eisens verhält sich wie 9 : 7. Es bietet manche Analogie mit dem Eisen dar, unterscheidet sich aber durch seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien von demselben, seiner silberähnlichen Farbe wegen und weil es den Einflüssen von Luft, Wasser und vielen Säuren widersteht, findet es zur Herstellung silberähnlicher Legirungen, namentlich des Neusilbers oder Argentans (siehe Kupfer) und auch als Scheidemünzmetall (im Deutschen Reiche, in der Schweiz, in Belgien, in der Republik Honduras und in Nord-Amerika) und zum Vernickeln von Eisen und Stahl Anwendung.

Gewöhnlich kommt das Nickel als Würfelnickel in kleinen, etwas unregelmässigen Würfeln von etwa 1 Centim. Seitenlänge in den Handel, denen man zuweilen durch Rotirenlassen mit Wasser in Fässern den gewünschten Metallglanz ertheilt. Auf der Isabellenhütte bei Dillenburg wird das Kupfernickel nicht mehr zu Würfeln geformt, sondern nach Art des Rosettenkupfers zu Scheiben gerissen. Um die Neusilberfabrikanten zur Abnahme des Rosettennickels zu bewegen, ist auf der Hütte dafür Sorge getragen, dass die Mischungsverhältnisse immer dieselben bleiben; sie sind gegenwärtig 66,67 Proc. Kupfer und 33,33 Proc. Nickel. Das Würfelnickel enthält 94—99 Proc. Nickel.

Das Kupfer.

(Cu = 63, 4; spec. Gew. = 8,9.)

Das Kupfer ist eines der am häufigsten vorkommenden Metalle. Es findet sich zum Theil gediegen, meist aber oxydirt und geschwefelt. Zu den oxydirten Kupfererzen gehören das Rothkupfererz (Cu_2O), der Kupferlasur ($2CuCO_3 + Cu(OH)_2$) und Malachit ($CuCO_3 + Cu(OH_2)$), zu den geschwefelten der Kupferglanz (Cu_2S), Kupferkies ($Cu_2S + Fe_2S_3$), das Buntkupfererz ($3Cu_2S + Fe_2S_3$) und die Fahlerze. Der grösste Theil des angewendeten Kupfers wird aus den geschwefelten Kupfererzen gewonnen.

Je nach der Beschaffenheit der Kupfererze ist die Gewinnung des Kupfers eine verschiedene. Wenn sie bei den oxydirten (ockrigen) Kupfererzen auf eine einfache Reduktion durch Kohle unter Zusatz eines Flussmittels zurückgeführt werden kann, ist doch die Menge der in der Natur vorkommenden oxydirten Kupfererze sehr gering; man verschmilzt sie deshalb meist mit den geschwefelten (kiesigen) Erzen. Die Kupfergewinnung aus den kiesigen Erzen geschieht entweder in Schachtöfen oder in Flammenöfen. Bei dem Schmelzen in Flammenöfen bewirkt man die Reduktion des aus dem Kupferstein durch Rösten erhaltenen Kupferoxydes nicht durch Kohle, sondern durch den Schwefel des Steines selbst. Dadurch wird der Kupfergehalt immer mehr in dem Steine concentrirt, bis endlich zur Zersetzung der letzten Schwefelantheile geschritten werden kann. Diese Zersetzung wird durch das Abrösten des concentrirten Kupfersteins und das zu gleicher Zeit stattfindende Schmelzen desselben bewirkt, worauf bis zur vollständigen Abscheidung des Schwefels die Luft ungehindert zutreten kann. Dabei bildet sich stets Kupferoxydul, so dass zuletzt das gereinigte Kupfer sich im Zustande des übergaren Garkupfers befindet. Bei dem Verschmelzen der Kupfererze in den Schachtöfen befolgt man zwar das nämliche Verfahren, den Kupfergehalt des Erzes zuerst im Kupferstein zu concentriren, die Reduktion des Kupferoxydes in dem gerösteten Stein geschieht aber nicht durch den Schwefel, sondern durch die Kohle, womit die Beschickung im Schachtofen geschichtet ist. Daraus folgt der wesentliche Unterschied des Zustandes, in dem sich das Kupfer — abgesehen von der Verunreinigung mit anderen Metallen — nach beendigtem Schmelzprocess befinden muss. Durch den Schachtofen erhält man nie ein übergares oder ein mit Kupferoxydul verunreinigtes, sondern stets ein kohlehaltiges Kupfer. Es wird demnach weder durch den Schachtofen, noch durch den Flammenofen ein hammergares Kupfer erhalten werden können; die Mittel aber, dem Kupfer die Hammergare zu ertheilen, müssen bei dem in dem Flammenofen dargestellten Kupfer gänzlich verschieden sein von den bei dem durch Verschmelzung im Schachtofen erhaltenen Kupfer angewendeten.

Die beim Zugutemachen der geschwefelten Kupfererze in Schachtöfen stattfindenden Processe bestehen in der Regel darin, dass man die Erze röstet, wobei ein Theil des Schwefels, Arsens und Antimons ver-

flüchtigt wird, ein Theil der in den Erzen enthaltenen Metalle in schwefelsaure Salze (Vitriole), arsensaure und antimonsaure übergeht, während ein Theil des Erzes sich dem Rösten entzieht. Bei dem reducirenden Schmelzen (Rohschmelzen, Erzschmelzen) des Röstgutes unter Zusatz von schlackebildenden Materialien wird zuvörderst das Kupferoxyd zu metallischem Kupfer reducirt, während die Vitriole sich wieder in Schwefelmetalle verwandeln, die mit dem metallischen Kupfer und den unzersetzt gebliebenen Schwefelmetallen den kupferreicheren Rohstein (Kupferstein) bilden, und aus den vorhandenen antimon- und arsensauren Metalloxyden sich durch Reduktion Antimon- und Arsenmetall (Speise) erzeugt. Die übrigen Metalloxyde, namentlich das zu Oxydul reducirte Eisenoxyd, verbinden sich mit den Zuschlägen zu Schlacke. Durch Wiederholung des Röst- und reducirenden Schmelzprocesses (Concentrationsschmelzen), erhält man zuletzt neben einer geringen Quantität Stein (Dünnstein oder Lech), metallisches Kupfer (Rohkupfer, Schwarzkupfer), mit fremden Metallen verunreinigt, von welchen es durch ein oxydirendes Schmelzen (Rohgarmachen) befreit wird, indem die fremden Metalle als Oxyde theils verflüchtigt werden, theils in die Schlacke (Garschlacke) gehen. Das Garkupfer (Rosettenkupfer, Scheibenkupfer) enthält, weil bei dem Rohgarmachen der Röstprocess gewöhnlich zu weit getrieben wird, Kupferoxydul, wodurch seine Dehnbarkeit vermindert wird. Durch ein schnelles reducirendes Schmelzen, durch Umschmelzen zwischen Kohlen auf einem Herde wird das Kupferoxydul reducirt und es bildet sich geschmeidiges (hammergares) Kupfer. Durch das Raffiniren des Kupfers in Flammenöfen wird zweckmässig das Roh- und Hammergarmachen zu einem Process vereinigt.

Die Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege (die hydrometallurgische Kupfergewinnung) findet in neuerer Zeit immer mehr und mehr Anwendung und ist das Resultat der Uebertragung der Erkenntnisse der analytischen Chemie in das praktische Leben. Die grosse Leichtigkeit, mit welcher das Kupfer in Lösung gebracht und daraus gefällt wird, gab die Veranlassung, den nassen Weg der Kupferextraktion zu versuchen, wenn der trockene Weg wegen Kupferarmuth der Erze keine ökonomisch vortheilhaften Resultate giebt. Eine der ältesten Methoden der hydrometallurgischen Kupfergewinnung ist die durch Cementation. Sie besteht in dem Ausfällen des Kupfers aus Kupfervitriollösung durch metallisches Eisen; solche Lösungen kommen theils fertig gebildet als Grubenwässer oder Cementwässer vor, theils werden sie künstlich durch Behandeln von armen oxydirten Kupfererzen mit schwefligsauren Dämpfen oder durch Extraktion des Kupfers mittelst Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure, oder auch nur durch Rösten von kiesigen Erzen und Auslaugen des erzeugten Kupfervitriols bereitet. Das durch Fällen von metallischem Kupfer aus Lösungen durch Eisen erhaltene Kupfer nennt man Cementkupfer. In Norwegen schlägt man das Kupfer aus den Lösungen durch Schwefelwasserstoff nieder und verarbeitet das gefällte Kupfer entweder auf Kupfervitriol oder auf metallisches Kupfer. Seit einigen Jahren findet auch in den chemischen Fabriken von Newcastle, in denen durch Rösten von kupferkieshaltigen Pyriten schweflige Säure dargestellt wird, aus den Kiesabbränden (vergl. Seite 8) Gewinnung von Kupfer statt. Das durch Anwendung des galvanischen Stromes erhaltene Kupfer ist das reinste.

Dass der Kupfervitriol auf elektrochemischem Wege unter Abscheidung von cohärentem Kupfer zersetzt werden kann, ist eine für galvanoplastische Darstellungen wichtige Thatsache.

Das Kupfer zeichnet sich durch seine bekannte rothe Farbe aus, ist stark glänzend und obgleich ziemlich hart, doch so dehnbar, dass es sich zu den feinsten Drähten ziehen und zu dünnen Blättchen schlagen lässt. Durch Erwärmen steigert sich seine Dehnbarkeit. Es hat einen hakigen, körnigen Bruch, ein specifisches Gewicht von 8,9 und schmilzt bei einer Temperatur von 1200°. Reines Kupfer fliesst in dünnen, schnell erstarrenden Strömen, das mit Oxydul verunreinigte fliesst träge, erstarrt langsamer und stets in dicken Massen. Das geschmolzene Kupfer hat eine eigenthümliche meergrüne Farbe. Zu Gusswaaren eignet sich das Kupfer nicht, indem es, vermuthlich wenn es zu heiss gegossen wird, nur poröse und blasige Güsse liefert. Beim Erkalten dehnt es sich scheinbar (es steiget) aus, d. h. es scheint nach dem Erstarren einen grössern Raum einzunehmen als im geschmolzenen Zustande. Durch dieses Ausdehnen wird das Kupfer zur Bearbeitung unter dem Hammer und dem Walzwerk unbrauchbar, weil der Zusammenhang der Masse auf mechanische Weise, durch krystallinisches Gefüge und durch Höhlungen und Zwischenräume, welche im Innern der Masse sich bilden, unterbrochen wird. Damit das Ausdehnen oder Steigen des Kupfers nicht stattfinde, ist es unerlässlich, das Metall unter einer Kohlendecke zu schmelzen, oder das flüssige Metall bis zu einer gewissen Temperatur sich abkühlen zu lassen und es dann in geschlossene Formen zu giessen, damit es schnell erstarre. In dem Zustande, in welchem das Kupfer durch den Schmelzprocess auf den Kupferhütten (als Werkkupfer) gewöhnlich dargestellt wird, ist es mit anderen Metallen, vorzüglich mit Eisen, Antimon, Arsen, in einigen Fällen vorzugsweise mit Blei, in anderen mit Zinn, zuweilen auch mit Zink, und fast stets mit Schwefel verunreinigt. Man benutzt das Kupfer zu Siedepfannen in Zuckerfabriken, Kesseln, Blasen und Kühlapparaten in Brennereien und Brauereien, zum Beschlagen der Schiffe, zur Scheidemünze, zum Graviren (Kupferstich und Kupferwalzen im Zeugdruck), zur Fabrikation des Kupfervitriols, der Kupferfarben etc.

Die Kupferproduction auf der ganzen Erde beträgt gegenwärtig (1874) etwa 1,500,000 Centner, davon kommen auf

England	350,000	Ctr.
Chile und Peru	290,000	,,
Nordamerika	210,000	,,
Russland	150,000	,,
Schweden	36,000	,,
Spanien	40,000	,,
das Deutsche Reich	120,000	,,
Oesterreich-Ungarn	60,000	,,

Kupferlegirungen.

Die Bronze ist eine Legirung aus Kupfer und Zinn oder Kupfer, Zinn und Zink, oder endlich Kupfer und Aluminium. Durch den Zusatz von Zinn oder von Zinn und Zink oder endlich von Aluminium wird

das Kupfer leichtflüssiger und daher brauchbarer zum Guss, dichter und deshalb politurfähiger; es wird ferner härter, spröder, klingender und tönender und ist weit wohlfeiler als reines Kupfer, wodurch es ebenfalls zu vielen Zwecken geeigneter wird. Die hauptsächlichsten Arten der Bronze sind Glockenmetall, Kanonenmetall, Statuenbronze und Phosphorbronze.

α) Glockenmetall (Glockengut, Glockenspeise) besteht durchschnittlich aus 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zinn. Es muss Klang mit Härte und Festigkeit verbinden. Es ist ein sprödes Metall und deshalb ist die Behandlung der Glocke auf der Drehbank nicht mehr ausführbar; die Glocke muss demnach den Ton, den sie erhalten soll, durch den Guss, durch ihre Form und durch die Metallmischung erhalten. Zuweilen wird dem Metall, um Zinn zu ersparen, Zink und Blei zugesetzt, was leicht schädlich sein kann. Ein Vorurtheil ist es hingegen, dass, um der Glocke einen besonders hellen Klang zu verschaffen, Silber beigemischt werden müsse.

β) Kanonenmetall (Geschützmetall, Stückgut, Kanonengut) besteht durchschnittlich aus 90 Th. Kupfer und 9 Th. Zinn und muss mechanisch und chemisch dauerhaft sein. Die mechanische Dauerhaftigkeit erfordert 1) Zähigkeit, damit das Geschütz nicht beim Entzünden der Ladung, wobei dasselbe einem Drucke von wenigstens 1200—1500 Atmosphären ausgesetzt ist, gesprengt werde; 2) Elasticität, damit den durch die häufigen und stossweisen Gasentwickelungen auf die Cohäsion geschehenden Angriffen entgegengetreten werde; 3) Härte, welche die beim Anschlagen des Geschosses entstehenden Vertiefungen in der inneren Wand des Geschützes (der Seele), die sogenannten Kugellager, verhindern soll. Die chemische Beständigkeit endlich verlangt die möglichst grösste Unangreifbarkeit des Geschützes durch die Luft, durch die Zersetzungsprodukte des Schiesspulvers und der Schiessbaumwolle und durch die bei der Entzündung derselben bewirkte hohe Temperatur. Das Kanonenmetall von der oben angegebenen Zusammensetzung hat die Eigenthümlichkeit, sich zu entmischen, entweder durch eine Art Saigerung, indem zinnreiche leichtflüssige Legirungen von den zinnarmen strengflüssigen sich trennen, oder auch durch Verbrennen, indem das Zinn leichter und früher verbrennt als das Kupfer und die Legirung dadurch stets zinnärmer wird. Diese Neigung zum Entmischen ist beim Giessen der Geschütze eine Quelle von grossen Schwierigkeiten.

γ) Statuenbronze (Kunstbronze) zu Bildsäulen, Büsten, Verzierungen besteht aus Kupfer, Zinn, Blei und Zink. Sie muss so zusammengesetzt sein, dass sie im geschmolzenen Zustande dünnflüssig genug ist, um die Gussform vollständig auszufüllen und einen reinen scharfen Guss zu liefern, der sich leicht ciseliren lässt und eine schöne Patina annimmt. Man schätzt an der Statuenbronze die Eigenschaft, sich bald mit einer gleichmässigen und schön grünen Oxydschicht (Antikbronze, Patina) zu überziehen, eine Schicht, deren Bildung man auch häufig durch Anwendung chemischer Mittel befördert.

δ) Phosphorbronze, aus 90 Th. Kupfer, 9 Th. Zinn und 0,5—0,75 Th. Phosphor bestehend, ist in neuerer Zeit als Geschützmetall, als Glockengut und als Kunstbronze warm empfohlen worden.

Ueber die Eigenschaften, welche der Phosphor der gewöhnlichen Bronze ertheilt, ist Folgendes ermittelt worden. Der Farbeton der Legirung wird, sobald der Phosphorgehalt 0,5 % übersteigt, wärmer, dem des stark mit Kupfer legirten Goldes ähnlicher. Das Korn des Bruches nähert sich dem des Stahles. Die Elasticität wird beträchtlich erhöht; die absolute Festigkeit nimmt in gewissen Fällen um mehr als das Doppelte zu. Auch die Härte wird bedeutend grösser, so dass manche Legirungen von der Feile nur schwierig angegriffen werden. Das geschmolzene Metall ist sehr dünnflüssig und füllt die Formen in ihren feinsten Details vollständig aus. Eine der werthvollsten Eigenschaften der Phosphorbronze besteht darin, dass man derselben durch Abänderung der relativen Gewichtsverhältnisse ihrer Bestandtheile sehr verschiedene Eigenschaften ertheilen kann, so ziemlich grosse Härte, Festigkeit und wenig Elasticität für Geschützrohre, oder grosse Härte und Festigkeit, verbunden mit einer bleibenden Elasticität, für Maschinentheile, oder nur Festigkeit neben sehr grosser Dehnbarkeit, wie für Patronenhülsen, oder endlich besondere Vollendung des Gusses, bestimmte Farbetöne bei geringer Härte, wie für Kunstbronzen. Die neue Legirung hat bereits mehrseitig Anwendung gefunden. So wurden aus derselben Geschütze gegossen, die sich bewährt haben sollen. Die Phosphorbronze lässt sich bei zweckentsprechender Zusammensetzung und geeigneter Behandlung beim Giessen mit sehr grosser Leichtigkeit walzen und stanzen, ohne an ihrer grossen Festigkeit einzubüssen. Sie eignet sich daher vollkommen zur Anfertigung der Patronenhülsen. Zur Anfertigung der Gewehrverschlüsse ist die Phosphorbronze bereits im grossen Massstabe verwendet worden. Für diese Verwendung gewährt die Phosphorbronze hauptsächlich den Vortheil, dass die Verschlüsse ökonomisch und rasch angefertigt werden können und keine Oxydation derselben zu befürchten ist. Auch im Maschinenbau hat die Verwendung dieser Bronze zu verschiedenen Zwecken sich bereits erprobt, z. B. für die Getriebe der Universalwalzwerke, welche heftigen Stössen ausgesetzt sind. Mit gleichem Erfolge ist die Phosphorbronze versuchsweise verwendet worden zu Lagern für hydraulische Pressen, welche sehr starken Druck auszuhalten haben, zu Excentrikringen für Locomotiven, zu Kolbenringen und Bolzen von Dampfcylindern u. s. w. Vollkommen geeignet ist die Phosphorbronze zur Herstellung von Kunst- und Decorationsbronzen. Die Leichtigkeit ihres Gusses, ihre angenehme Farbe, ihr Widerstand gegen oxydirende Einflüsse machen sie zu einem für diesen Zweck sehr werthvollen Material. Die bisherigen Versuche lassen hoffen, dass diese Legirung weniger leicht angegriffen wird als das Kupfer und die zum Beschlagen der Schiffe gewöhnlich angewendeten Legirungen; ferner dass sie, weil frei von Zinnoxyd, ein besserer Elektricitätsleiter sein und sich zur Anfertigung von Glocken, Schellen u. s. w. besonders eignen wird.

Das Messing (Gelbguss) gehört zu den ältesten und am längsten bekannten Legirungen. Zink und Kupfer verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander, aber nur das Messing hat unter allen Legirungsverhältnissen allein technische Anwendung gefunden.

Die Quantität der beiden Metalle im Messing variirt je nach der Anwendung, die von dem Messing gemacht werden soll. Durchschnittlich beträgt der Zinkgehalt 30 Proc. Im Allgemeinen ertheilt ein geringerer Zinkgehalt dem Messing eine dunklere röthlichgelbe Färbung, ein grösserer Zinkgehalt eine lichtere gelbliche Färbung. Je grösser der Kupfergehalt ist, desto dehnbarer ist das Messing. In kaltem Zustande ist das Messing hämmerbar und lässt sich strecken, walzen und zu Draht ausziehen; in heissem Zustande erhält es leicht Brüche und Risse. Ein hämmerbares oder schmiedbares Messing *(yellow metal)*, welches sich in der Glühhitze unter Hammer und Walzen strecken lässt, erhält man durch Zusammenschmelzen von 40 Th. Zink mit 60 Th. Kupfer. Das Messing hat vor dem reinen Kupfer vielfache Vorzüge. Es hat eine angenehmere Farbe, oxydirt sich nicht so leicht, besitzt grössere Härte und Steifheit (und eignet sich nur deshalb zu Blechgefässen und Stecknadeln), niedrigeren Schmelzpunkt und ist im geschmolzenen Zustande weit dünnflüssiger, ohne beim Erstarren wie das Kupfer blasig zu werden: es ist aus diesem Grunde, und weil es weit billiger ist als Kupfer, zu Gusswaaren ein schätzbares Material. Ein Zusatz von Blei (1—2 Proc.) macht das Messing zur Bearbeitung auf der Drehbank geeignet; solches Messing lässt sich auch besser feilen, da es die Feilen nicht verschmiert.

Dem Messing ähnliche Legirungen sind Tombak (rothes Messing, Rothmetall), welches auf etwa 85 Th. Kupfer 15 Th. Zink enthält. Aus 2 Th. Zink und 11 Th. Kupfer stellt man in Nürnberg und Fürth die Legirung dar, die von den dortigen Metallschlägern zu Blattgold (Goldschaum) verarbeitet wird. Andere Kupferzinklegirungen von goldähnlicher Farbe, die jetzt keine oder doch nur spärliche Anwendung finden, sind: Prinzmetall, Semilor, Oreïde, Mannheimer Gold, Pinchbak etc. Das in neuerer Zeit aufgetauchte Aichmetall besteht aus 60 Th. Kupfer, 38,2 Th. Zink und 1,8 Eisen. Es ist wesentlich schmiedbares Messing. Das Sterrometall ist von ähnlicher Zusammensetzung, jedoch weit härter. Das Muntzmetall, in England zu Schiffsbeschlägen, zu Bolzen, Schiffsnägeln u. dgl. vielfach angewendet, besteht aus Kupfer und Zink in Verhältnissen, welche zwischen 50 Proc. Zink und 63 Proc. Kupfer bis zu 39 Proc. Zink und 50 Proc. Kupfer schwanken. Die Legirung zur „Kupferscheidemünze“ besteht in Frankreich und Schweden aus 95 Th. Kupfer, 4 Th. Zinn und 1 Th. Zink, in Dänemark aus 90 Th. Kupfer, 5 Th. Zinn, 5 Th. Zink. Das unter dem Namen Weissmessing vorkommende Metallgemisch besteht wie das Bathmetall aus 55 Th. Kupfer und 45 Th. Zink, und wie das Lüdenscheider Knopfmetall aus 20 Th. Kupfer und 80 Th. Zink. — Die Bronzefarben (Metall- oder Staubbronze), welche gegenwärtig zum Bronziren von Gyps- und Holzgegenständen, sowie von Metallgusswaaren, ferner in

der Buch- und Steindruckerei, in der Lackirerei, in der Waschleinwand- und Tapetenfabrikation ausgedehnte Anwendung finden, werden aus den Abfällen der Metallschlägerei, aus der sogenannten Schawine durch Feinreiben und Erhitzen mit etwas Oel, Talg, Paraffin oder Wachs dargestellt; die hierbei sich bildenden schönen Farben (violett, kupferroth, orange, goldgelb, grün) sind Anlauffarben.

Das Neusilber (Argentan, Pakfong, Weisskupfer) ist eine Legirung aus Kupfer, Nickel, Zink oder Zinn, die man auch betrachten kann als Messing mit einem Zusatze von $^1/_6$—$^1/_3$ Nickel. Nach Allen und Percy soll das Nickel im Neusilber durch Mangan ersetzt werden können. Das Neusilber ist von fast silberweisser Farbe, von dichtkörnigem oder feinzackigem Bruche, 8,4—8,7 spec. Gewicht und ist härter, aber fast ebenso dehnbar als gewöhnliches Messing. Es ist im hohen Grade politurfähig. Gutes Neusilber gleicht 12löthigem Silber und nimmt eine schöne Politur an, welche an der Luft unverändert bleibt. Es wird von sauren Flüssigkeiten weit weniger als Kupfer und Messing angegriffen, weshalb es ohne Gefahr zu Geschirren, in denen Speisen aufbewahrt werden sollen, Anwendung finden kann.

Das im Handel vorkommende Chinasilber, aus dem man gegenwärtig Milchkannen, Theeservice, Gabeln, Löffel u. s. w. fabricirt, ist galvanisch versilbertes Neusilber, welches etwa 2 Proc. seines Gewichtes an Silber enthält und sich durch vollkommene Aehnlichkeit mit silbernen Gefässen und Geräthschaften bei bedeutend billigerem Preise empfiehlt. Dem Chinasilber ähnlich sind die unter dem Namen Alfènide, Christoflemetall und Alpaka aufgetauchten Legirungen. Eine andere silberhaltige Nickellegirung wird in der Schweiz seit 1850 als Scheidemünzmetall angewendet. In Belgien wendet man seit einigen Jahren eine ähnliche aber silberfreie Legirung (aus 25 Th. Nickel und 75 Th. Kupfer) zu den 5-, 10- und 20- Centimesstücken an. Auch in den Vereinigten Staaten Nordamerikas prägt man gegenwärtig Scheidemünzen (Centstücke), enthaltend 12 Th. Nickel und 88 Th. Kupfer. Die neuen Scheidemünzen des Deutschen Reiches (von 1874 an) bestehen ebenfalls aus einer Nickellegirung. Eine Verbindung von 30 Th. Kupfer und 70 Th. Quecksilber, die man erhält, indem man Kupferpulver mit salpetersaurem Quecksilberoxydul befeuchtet, darauf mit heissem Wasser übergiesst und durch Reiben die nöthige Menge Quecksilber incorporirt, ist unter dem Namen Metallkitt bekannt; sie ist eine weiche Masse, die nach einigen Stunden erhärtet.

Kupferpräparate.

Der Kupfervitriol (schwefelsaures Kupfer, Kupfersulfat, $CuSO_4 + 5H_2O$) krystallisirt in schönen blauen Säulen, welche sich in 2 Th. heissem und 4 Th. kaltem Wasser lösen. Er besteht in 100 Theilen

aus: 32,14 Th. Schwefelsäure, 31,79 Th. Kupferoxyd, 36,07 Th. Wasser. Man stellt den Kupfervitriol dar, indem man metallisches Kupfer mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt; das Kupfer wird hierbei auf Kosten eines Theils des Sauerstoffs der Schwefelsäure oxydirt, während schweflige Säure entweicht. Oft ist die Darstellung der schwefligen Säure der Hauptgrund zur Gewinnung des Kupfervitriols auf diesem Wege. Wird das Kupfer vorher in Röstherden in Kupferoxyd übergeführt, so erspart man die Hälfte der Schwefelsäure. Im Grossen gewinnt man den Kupfervitriol, indem man 1) das natürlich vorkommende Cementwasser zum Krystallisiren abdampft, 2) indem man in einem Flammenofen Kupferplatten bis zum Siedepunkte des Schwefels erhitzt, den Ofen verschliesst und Schwefel hineinwirft. Der Schwefel verbindet sich mit dem Kupfer zu Schwefelkupfer, das in einem Flammenofen bei sehr geringer Hitze oxydirt wird; die geröstete Masse wird in einen Kessel gebracht und so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, als nothwendig ist, alles Kupferoxyd zu sättigen. Man gewinnt den Kupfervitriol 3) indem man den Concentrationsstein oder Spurstein, der ungefähr 60 Proc. Kupfer enthält, mit Schwefelsäure behandelt; zu diesem Zwecke wird der Stein mehrere Male geröstet, dann in Kasten geschüttet und mit Wasser ausgezogen. Die Auflösung wird in bleiernen Gefässen abgedampft und in kupfernen Gefässen zum Krystallisiren hingestellt. In grosser Menge erhält man den Kupfervitriol als Nebenprodukt bei der *Affinirmethode* oder bei der Scheidung des Goldes vom Silber. Bei dieser Methode wird das goldhaltige Silber mit Schwefelsäure behandelt, wodurch schwefelsaures Silberoxyd gebildet wird, während das Gold ungelöst zurückbleibt. Die Lösung des schwefelsauren Silberoxydes wird mit metallischem Kupfer zusammengebracht; es löst sich von letzterem ein Aequivalent in der Schwefelsäure auf, während das Silber metallisch gefällt wird. Der auf diese Weise dargestellte Kupfervitriol ist vollkommen rein. Auch bei der hydrometallurgischen Silbergewinnung erhält man Kupfervitriol als Nebenprodukt.

Unter *Doppelvitriol* oder *gemischtem Vitriol* versteht man einen aus Kupfervitriol und Eisenvitriol bestehenden, zusammenkrystallisirten Vitriol. Der *Salzburgervitriol* (Doppel-Adler) enthält 76 Proc., der *Admonter* 83 Proc. und der *Doppel-Admonter* 80 Proc. schwefelsaures Eisenoxydul. Zuweilen findet sich in dem gemischten Vitriol auch noch schwefelsaures Zink (weisser Vitriol). In der neueren Zeit wird aber der gemischte Vitriol weniger häufig angewendet. Der Kupfervitriol findet häufig Anwendung zur Darstellung der Kupferfarben (zu welchem Behufe er frei von Eisen- und Zinkvitriol sein muss), des essigsauren Kupferoxydes, zum Verkupfern, zum Brüniren des Eisens, zum Färben des Goldes, zum

Schwarzfärben von Tuch und Wollgarn, als Reservage in der kalten Indigküpe, zum Einweichen des Getreides vor dem Säen und zur Erzeugung galvanoplastischer Abdrücke. Seit 15 Jahren gehen grosse Mengen von Kupfervitriol nach Mexiko und Peru, um dort bei dem Ausbringen von Silber (nach der amerikanischen Amalgamation) verwendet zu werden.

Kupferfarben. Von den vielen Farben, in welchen Kupfer den färbenden Bestandtheil ausmacht, seien folgende beschrieben: 1) Braunschweigergrün, 2) Bremergrün und Bremerblau, 3) Casselmann's Grün, 4) Schweinfurtergrün.

Mit dem Namen Braunschweigergrün bezeichnet man verschiedene Kupferverbindungen, welche als Malerfarbe Anwendung finden. Was gegenwärtig im Handel unter diesem Namen vorkommt, ist basisch kohlensaures Kupfer und eine Nachahmung des Berggrün, welches entweder fein gemahlener Malachit oder ein Bodensatz aus kupferhaltigen Cementwässern ist. Man gewinnt das Braunschweigergrün, indem man Kupfervitriol mit kohlensaurem Natron oder kohlensaurem Kalk, oder Kupferchlorid, durch Zersetzen von Kupfervitriol mit Kochsalz erhalten, mit einem kohlensauren Alkali zersetzt, den entstandenen Niederschlag mit heissem Wasser auswäscht und ihn dann mit Schwerspath, Permanentweiss, Zinkweiss oder Gyps, nicht selten auch mit Schweinfurtergrün nüancirt.

Das Bremerblau oder Bremergrün ist wesentlich Kupferhydroxyd ($Cu(OH)_2$) und erscheint in Gestalt einer äusserst lockeren und hellblauen Masse, deren Farbe jedoch etwas ins Grünliche geht. Je reiner blau und je lockerer die Farbe, desto höher steht es im Preise. Als Wasser- und Leimfarbe giebt es ein helles Blau (weshalb es Bremerblau genannt wird), mit Oel angewendet, geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün über, welches dadurch entsteht, dass sich das Kupferoxyd des Bremergrüns chemisch mit den Bestandtheilen des Oeles (Oelsäure, Palmitinsäure) zu grüner Kupferseife verbindet. Das Bremergrün kommt in verschiedenen Nüancen im Handel vor, welche durch Vermischen des Niederschlages mit leichten weissen Körpern, namentlich von Brei aus fein geschlämmtem Gyps hergestellt werden. Als Ausgangspunkt der Fabrikation dient gegenwärtig fast überall Kupferoxychlorid. Der zur Darstellung dieser Verbindung eingeschlagene Weg ist ohne Einfluss auf die Eigenschaften der fertigen Farbe, insofern man nur mit Sorgfalt darauf bedacht ist, dass der blassgrüne Brei, in den Fabriken Oxyd genannt, kein Kupferchlorür enthält.

Die von W. Casselmann 1865 entdeckte schöne arsenfreie grüne Farbe — Casselmann's Grün — wird dargestellt, indem man eine siedend heisse Lösung von Kupfervitriol mit einer siedenden Lösung von essigsaurem Alkali vermischt. Der sich bildende Niederschlag ist ein basisches Kupferoxydsalz. Getrocknet und zerrieben bildet diese Farbe, nächst dem Schweinfurter Grün, die schönste aller Kupferfarben, weshalb ihre Verwendung anstatt der arsenhaltigen Kupferfarben sehr anzuempfehlen ist.

Das Schweinfurtergrün ist die schönste und beliebteste, aber auch die gefährlichste aller Kupferfarben; es führt auch den Namen Wienergrün, Neuwiedergrün, Mitisgrün, Kirschberger-

grün, Kaisergrün, Papageigrün etc. etc., je nachdem das eigentliche Schweinfurtergrün rein oder mit Schwerspath, schwefelsaurem Blei und Chromgelb nüancirt ist. Das Schweinfurtergrün ist im reinen Zustande eine Verbindung von neutralem essigsauren Kupfer mit arsenigsaurem Kupfer und besteht in 100 Th. aus 31,29 Th. Kupferoxyd, 58,65 Th. arseniger Säure, 10,06 Th. Essigsäure. Die Vorschrift von Braconnot, mit Hülfe von Kupfervitriol Schweinfurtergrün zu bereiten, ist die gegenwärtig in den Fabriken angewendete. Nach ihr löst man Kupfervitriol in der kleinsten Menge siedenden Wassers und vermischt die heisse Lösung mit einer gleichfalls heissen und concentrirten Lösung von arsenigsaurem Kali oder Natron. Es bildet sich sofort ein schmutziggrüner Niederschlag. Indem man zu der Flüssigkeit concentrirten Holzessig setzt, dass sie nach Essigsäure riecht, verwandelt sich der Niederschlag in Schweinfurtergrün, welches, um die Abscheidung und Beimengung von arseniger Säure zu verhindern, sogleich abfiltrirt und mit siedendem Wasser ausgewaschen wird. Das Schweinfurtergrün ist als Oel- und Wasserfarbe anwendbar; in Oel deckt es nicht besonders, trocknet aber gut; auf frischem Kalk lässt sich die Farbe nicht anwenden, denn der Aetzkalk entzieht ihr die Essigsäure und es hinterbleibt gelbgrünes arsenigsaures Kupferoxyd, welches keine angenehme Farbe hat. Es bildet ein aus smaragdgrünen, mikroskopischen Krystallen bestehendes Pulver, dessen Farbe um so satter ist, je grösser die Krystalle sind; beim Zerreiben wird die Farbe heller. Es ist unlöslich in Wasser; bei längerem Kochen mit Wasser wird es wahrscheinlich unter Verlust von Essigsäure braun. Es ist bekannt, dass in Zimmern mit feuchten Wänden, deren Tapeten Schweinfurtergrün enthalten, sich ein widriger und Kopfschmerzen verursachender Geruch zeigt, der von einer sich entwickelnden flüchtigen Arsenverbindung, wahrscheinlich Arsenwasserstoff, herrührt.

Grünspan oder essigsaures Kupferoxyd kommt im Handel vor als neutraler oder krystallisirter Grünspan und als basischer Grünspan. Der neutrale oder krystallisirte Grünspan ist neutrales essigsaures Kupfer, das ursprünglich von den Holländern allein dargestellt wurde, die, um andere Fabriken irre zu leiten, das Präparat mit dem Namen „destillirter Grünspan" bezeichneten. Der basische oder blaue Grünspan wird im Grossen hauptsächlich in der Umgegend von Montpellier dargestellt; man verfährt dabei, indem man die Weintreber in Fässer oder grossen irdenen Häfen sich selbst überlässt. Der in den Trebern enthaltene Zucker geht unter Mitwirkung der gleichzeitig vorhandenen Fermente in Alkohol und dieser dann in Essigsäure über. Dabei erhöht sich die Temperatur beträchtlich. Wenn nach Verlauf von 3—4 Tagen ein deutlicher Essiggeruch sich entwickelt, werden die Treber mit erhitzten Kupferblechen, die man vorher mit einer Auflösung von Grünspan bestrichen und wieder getrocknet hat, in irdenen Häfen geschichtet. Diese Häfen werden in einem Keller, dessen Temperatur 10—12° beträgt, mit Strohmatten bedeckt, aufgestellt. Wenn sich auf den Blechen eine hinreichend starke Decke von Grünspan gebildet hat, kratzt man dieselbe ab, knetet den Grünspan in einem Fasse mit Wasser an und bringt den Brei in lederne Beutel, denen man durch Pressen eine viereckige Form giebt. Die vom Grünspan befreiten Bleche werden von Neuem benutzt, bis dieselben gänzlich aufgelöst sind. — Man wendet beide Grünspansorten an als Oel- und Wasserfarbe, zur Bereitung von Kupferfarben (Schweinfurtergrün), in

der Färberei und Druckerei, beim Vergolden und in früherer Zeit zur Darstellung der Essigsäure.

Das Blei.

(Pb = 207; spec. Gew. = 11,37.)

Das Blei kommt nur sehr selten gediegen, häufig aber an Schwefel gebunden als Bleiglanz und als Bournonit (Spiessglanzbleierz) vor. Man gewinnt das Blei gewöhnlich aus dem Bleiglanz. Derselbe (86,57 Blei und 13,43 Schwefel und stets etwas Silber enthaltend) ist von bleigrauer Farbe, vollkommenem Metallglanz, krystallisirt in Würfeln, ist spröde und hat ein spec. Gewicht von 7,75. Ausser zur Bleigewinnung, dient er auch feingemahlen (als Glasurerz oder Alquifoux) zum Glasiren des Töpferzeuges, auch wohl als Streusand und zur Verzierung von Bijouteriearbeiten. Die Gewinnung geschieht entweder durch Niederschlagsarbeit oder durch Röstarbeit.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Niederschlagsarbeit gründet sich auf das Verhalten des metallischen Eisens zu Bleiglanz. Wenn man nämlich Schwefelblei mit metallischem Eisen erhitzt, so bildet sich Schwefeleisen und metallisches Blei. Bei der Niederschlagsarbeit wird der Bleiglanz, der von dem fremden Gestein durch Ausschmelzen oder Schlämmen getrennt worden ist, mit Eisengranalien gemengt — die man erhält, indem man geschmolzenes Roheisen in Wasser giesst — und in einem Schachtofen niedergeschmolzen. Man erhält metallisches Blei und Bleistein, welcher letztere wesentlich aus Schwefeleisen, Schwefelblei und etwas Schwefelkupfer besteht. Anstatt des metallischen Eisens wendet man zur Abscheidung des Bleies aus dem Bleiglanz auch Eisenerze, Eisenfrischschlacken u. s. w. an, welche auch noch durch ihren Sauerstoff entschwefelnd wirken.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Rösten in Flammenöfen gründet sich auf das Verhalten des Bleioxydes und schwefelsauren Bleioxydes gegen Bleiglanz. Durch die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft wird ein Theil des Bleiglanzes zu Bleioxyd und schwefliger Säure oxydirt, nebenbei bildet sich auch schwefelsaures Bleioxyd. Durch den Sauerstoff des schwefelsauren Bleioxydes und des reinen Bleioxydes wird der Schwefel des noch unzersetzt gebliebenen Bleiglanzes oxydirt und entfernt.

Das durch die Niederschlags- oder durch die Röstarbeit gewonnene Blei heisst Werkblei und enthält Silber, Kupfer, Antimon u. s. w. Um das Silber aus demselben abzuscheiden, unterwirft man das Werkblei der Entsilberung, entweder 1) auf dem Treibherde oder 2) durch Pattinsoniren oder 3) mit Hülfe von Zink. Die durch den Treibprocess entstandene Bleiglätte wird entweder als solche verwerthet oder durch den Frischprocess zu metallischem

Blei reducirt. Das Frischen geht in Flammenöfeu vor sich, auf deren Herden man die Bleiglätte mit Kohlen schichtet. Das auf diesem Wege gewonnene Blei enthält häufig Kupfer, Antimon, auch wol etwas Silber. Es ist daher minder weich (Hartblei) als das aus reiner Glätte dargestellte Blei (Weichblei).

Das Blei, wie es als raffinirtes und pattinsonirtes Blei im Handel vorkommt, zeigt eine eigenthümlich lichtgraue Farbe. Es ist im Ganzen wenig geneigt, krystallinisches Gefüge anzunehmen und zeigt auf der Bruchfläche ein gleichartiges geschmolzenes Ansehen, doch erhält man es bei gewissen metallurgischen Arbeiten krystallisirt in Formen des Tesseralsystems, so z. B. beim Pattinsoniren. Das Blei zeichnet sich durch Weichheit und Biegsamkeit aus, daher es einen ziemlich hohen Grad von Dehnbarkeit, aber nur geringe absolute Festigkeit besitzt. Frisch geschabt oder geschnitten zeigt es einen starken Glanz, der aber an der Luft sich bald verliert. An den Händen, auf Papier und auf leinenen Zeugen färbt es stark ab. Die Härte wird durch Bearbeitung nicht merklich erhöht. Sein spec. Gewicht = 11,37. Ein Kubikfuss Blei wiegt daher über 600 Pfd. Das aus den Erzen dargestellte Blei ist fast immer mehr oder weniger mit anderen Metallen verunreinigt. Gewöhnliche Verunreinigungen sind Kupfer und Antimon, selten kleine Quantitäten von Arsenik und Zink, noch seltener Eisen. Eine andere häufige Verunreinigung des Bleies ist die mit Bleioxyd, von dem geringe Mengen dem Metalle mechanisch beigemengt sind. Durch diese Beimengung vermindert sich die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit beträchtlich, dagegen widersteht ein so verunreinigtes Blei stärker der Kraft, mit der es zusammengedrückt wird. Wenn demnach das Blei zum Tragen von Lasten Verwendung finden soll, ist die Verunreinigung mit Oxyd vortheilhaft. Kommt dagegen die Dehnbarkeit in Betracht, wie bei der Herstellung von Bleiblech, so ist beim Verschmelzen die Bildung des Oxydes zu verhüten. Das Blei gehört zu den leichtflüssigen Metallen, es schmilzt schon bei 332°; es erstarrt ruhig und mit eingesenkter Oberfläche. Bis fast zum Schmelzpunkt erhitzt, wird es spröde und bricht durch starkes Hämmern in Stücke. Bei starker Weissglühhitze geräth es bei Abschluss der Luft in eine kochende Bewegung und verdampft. Das Blei lässt sich nur schwierig feilen, indem die Feilspäne ihrer Weichheit wegen die Vertiefungen der Feile verstopfen.

Die Anwendung des Bleies ist eine sehr vielfältige. Man benutzt es in der Form von Bleiplatten zum Bedachen, zu Siedepfannen für Schwefelsäure, Vitriol und Alaun, zu Bleikammern bei der Fabrikation der englischen Schwefelsäure, ferner zu Wasser- und Gasleitungsröhren, Retorten, in dünnen Folien zum Einwickeln des Schnupftabaks (Tabakblei), eine durchaus unstatthafte Anwendung, da der Tabak bleihaltig wird, zur Fabrikation des Schrots, zum Giessen von Kugeln, zu Bleimantelgeschossen für gezogene Kanonenrohre, zu Legirungen, bei hüttenmännischen Processen zum Ausbringen gewisser Metalle, wie des Silbers und Goldes, zur Darstellung des Bleizuckers, der Mennige und des Bleiweisses.

Der Flintenschrot ist bezüglich seiner Herstellung insofern interessant, als man sich dabei keiner Giessform bedient, da er in der That aus erstarrten Bleitropfen besteht. Reines Blei wird in der Schrotfabrikation

nicht angewendet, sondern stets mit geringen Quantitäten Arsen legirt, wodurch es die Eigenschaft erhält, sich leichter körnen zu lassen. Die Menge des zuzusetzenden Arsens richtet sich nach der Qualität des angewendeten Bleies. Gewöhnlich setzt man 0,3—0,8 Proc. Arsen hinzu. Zu viel Arsen bewirkt eine linsenförmige Abplattung der Körner, zu wenig eine länglichrunde Form. Das Arsen wird in grobes Papier gewickelt in einem eisernen Drahtkorbe in das geschmolzene Blei eingetragen und gut umgerührt. Zum Körnen des Bleies bedient man sich Blechkessel mit flachem Boden (Schrotform), die siebartig mit runden Löchern von gleichem Durchmesser versehen sind. Wollte man das Blei einfach in die Schrotform giessen, so würden sich weit mehr ovale als runde Körner bilden. In der Form muss sich daher eine poröse Masse befinden, welche sich fest an die Wände anlegt und das flüssige Blei in einer Temperatur erhält, dass es weder zu leicht noch zu schwierig durch die Poren fliesst. Dazu eignet sich das von dem geschmolzenen Metall abgeschöpfte Gekrätz. Indem sich das flüssige Metall durch das Gekrätz einen Weg brechen muss und in einzelnen Tropfen durch die Formlöcher fliesst, nimmt es während des freien Falles, wie die Tropfen jeder anderen Flüssigkeit, Kugelgestalt an. Man erbaut eigene hohe thurmartige Gebäude, auf deren Höhe sich die Schrotform befindet. Statt der Thürme kann auch ein tiefer Brunnen oder Schacht dienen. Die während des Herabfallens erstarrten Schrotkörner werden in einem Gefässe mit Wasser aufgefangen, welches Schwefelnatrium gelöst enthält, um durch Bildung eines dünnen Ueberzugs von Schwefelblei die Oxydation der Schrotkörner an der Luft zu verhindern. Nach einem durchaus verschiedenen Principe wird der sogenannte Centrifugalbleischrot dargestellt. Man dreht nämlich eine horizontale Scheibe, welche auf einer vertikalen Spindel befestigt und mit einer siebartig durchlöcherten Scheidewand aus Messingblech versehen ist, mit einer Randgeschwindigkeit von 1000 Fuss per Minute und giesst die geschmolzene Bleilegirung auf dieselbe. Das Metall wird durch die Löcher der Seitenwand in Folge der Centrifugalkraft in regulären, glänzenden, gleichgrossen Körnern auf einen um die Scheibe kreisförmig angebrachten Schirm aus Leinwand geworfen, ohne dass dieselben oval oder cylindrisch werden. Die gleichfalls in Centrifugalbewegung versetzte und sich mit grosser Geschwindigkeit erneuernde Luftmasse bringt die Körner zum Erstarren, noch ehe sie den Leinwandschirm berühren. Die beim Durchgehen durch eine und dieselbe Schrotform entstehenden Körner sind nicht von gleicher Grösse. Man sortirt sie deshalb durch Siebe mit kreisrunden Löchern. Sind die Schrotkörner nach der Grösse sortirt, so müssen auch noch diejenigen abgesondert werden, welche nicht vollkommen rund sind oder andere Fehler haben. Zu diesem Zwecke bedient man sich einer etwas gegen den Horizont geneigten und mit Randleisten versehenen langen Tafel, an deren Seiten Rinnen angebracht sind und welche in horizontaler Richtung hin und her bewegt wird. Die runden Körner fallen in einen Kasten, der zu ihrer Aufnahme bereit steht, während die fehlerhaften, birnförmigen Schrote entweder liegen bleiben oder seitwärts in die Rinne und von da in einen besonderen Kasten laufen. Die letzte Operation ist das Scheuern und Glätten. Zu dem Ende giebt man sie nebst Graphit (auf 100,000 Th. Schrot 6 Th. Graphit) in die Scheuertonne, die sich um eine eiserne horizontale Axe bewegt, und lässt so lange rotiren, bis der Schrot den erforderlichen Grad von Glätte und Glanz

erlangt hat. Anstatt des Graphit hat man in England Quecksilber oder Zinnamalgam zum Ueberziehen der Schrotkörner angewendet, wodurch die Körner einen vorübergehenden weissen Glanz annehmen; das Quecksilber erhöht jedoch die Fabrikationskosten, ohne das Fabrikat zu verbessern. Wenn eine weisse oder bronzeähnliche Farbe der Schrotkörner verlangt würde, möchte es zweckmässiger sein, beim Glätten anstatt des Graphits Bronzepulver in die Scheuertonne zu geben. Der Bleiverlust in der Schrotfabrikation beträgt gegen 2 Proc. Gewöhnlich werden zehn verschiedene Schrotkaliber gefertigt und zwar von Nr. 0, dem gröbsten, bis zu Nr. 9 oder 10, dem feinsten. Die kleinsten Körner führen den Namen Vogeldunst, die gröbsten Rehposten oder Schwanenschrot.

Von den Legirungen des Bleies sind zu erwähnen das Schnellloth der Klempner (gleiche Theile Blei und Zinn), die Legirungen zu Orgelpfeifen (96 Th. Blei und 4 Th. Zinn), die Legirung der Weissgiesser (Blei, Antimon und Zinn), die Legirung zu Schiffsnägeln (3 Th. Zinn, 2 Th. Blei, 1 Th. Antimon), das Calain der Chinesen, aus welchem die Folien zum Ausfüttern der Theekisten verfertigt werden (126 Th. Blei, 17,5 Th. Zinn, 1,25 Th. Kupfer und eine Spur Zink); andere Legirnngen zu Lettern siehe unten.

Die Bleiproduction ist approximativ (1874) folgende:

Deutsches Reich	1,100,000 Ctr.
Spanien	1,232,000 „
Frankreich	400,000 „
Grossbritannien	1,550,000 „
Oesterreich-Ungarn . .	200,000 „
Italien	750,000 „

Bleipräparate.

Das Bleioxyd PbO findet in der Industrie Anwendung in zweierlei Gestalt, entweder als Massicot oder als Bleiglätte. Ersteres ist ein gelbes Pulver, häufig mit einem Stich ins Röthliche, welches entweder durch Erhitzen von kohlensaurem oder salpetersaurem Bleioxyd oder durch Calcination von Blei auf einem Flammenherd gewonnen wird. Vor dem Bekanntwerden des chromsauren Bleioxydes wurde es als gelbe Malerfarbe angewendet. Es schmilzt in der Rothglühhitze leicht zu einer glasartigen Masse, dem Bleiglas, welches indessen in den meisten Fällen ein Gemisch von geschmolzenem Bleioxyd mit kieselsaurem Bleioxyd ist. Die Bleiglätte ist geschmolzenes krystallinisches Bleioxyd und wird als Hüttenprodukt bei dem Silberverhüttungsprocesse beim Abtreiben des Reichbleies vom Pattinsoniren gewonnen. Sie enthält stets grössere oder geringere Mengen von Kupferoxyd, etwas Antimonoxyd, auch kleine Mengen von Silberoxyd. Sie löst sich in Essigsäure, Salpetersäure, sehr verdünnter Salzsäure, sie löst sich ferner in Kali- und Natronlauge durch Kochen auf.

Es findet Anwendung in der Glasfabrikation zur Darstellung von Krystallglas, Flintglas und Strass, in der Potterie zu Glasur und als Fluss in der Porcellan- und Glasmalerei, zur Bereitung von Lein- und Mohnölfirniss, von Bleipflaster (ölsaurem Blei), von Kitt, Mennige und essigsaurem Bleioxyd. Eine Lösung von Bleioxyd in Natronlauge (Natronplumbat) wird zur Bereitung von zinnsaurem Natron angewendet; sie dient ferner zum Schwarzfärben von Horn (namentlich in der Kammfabrikation, um gewöhnlichem Horn das Aussehen von Büffelhorn, oder örtlich angewendet, von Schildkrot zu geben) und von Haaren (zu diesem Behufe nur in sehr verdünnter Lösung anwendbar), sowie in der Metallochromie zur Erzeugung der Regenbogenfarben auf Messing und Bronze.

Die Mennige, Minium, ist eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd von der Formel $Pb_3 O_4$. Man stellt die Mennige dar, indem man Bleioxyd in einem Ofen bei Luftzutritt erhitzt. Der zu diesem Zwecke dienende Ofen ist ein Flammenofen, dessen Herd mit Ziegelsteinen gepflastert ist; auf diesen Herd bringt man das Bleioxyd, in die Feuerungsräume das Brennmaterial, dessen Flamme über den Herd schlägt und durch den Schornstein entweicht. Der Luftzug darf nur ein sehr geringer sein, da ausserdem das Bleioxyd schmelzen und in Bleiglätte übergehen würde, welche nicht zu Mennige oxydirt werden kann. Während des Erhitzens wird fortwährend umgerührt. Häufig erzeugt man die Mennige aus Bleioxyd, das man aus metallischem Blei in dem Flammenofen selbst dargestellt hat. Die reinste Mennige erhält man durch Glühen von kohlensaurem Bleioxyd in einem Flammenofen; sie führt den Namen Pariser Roth.

Man benutzt die Mennige zur Fabrikation des Bleiglases, zur Darstellung von Kitt für Glasröhren, Dampfleitungsröhren und zum Verstreichen von Fugen von Kesseldeckeln, und als Farbenmaterial, als Wasser- und als Oelfarbe; sie ist in beiden Fällen von grosser Deckkraft u. s. w.

Durch Behandeln der Mennige mit Salpetersäure erhält man das Bleisuperoxyd PbO_2 als braunes Pulver, welches bei der Fabrikation der Zündwaaren in grosser Quantität Anwendung findet, obgleich man hiezu das auf nassem Wege aus Bleizucker und Chlorkalk dargestellte Superoxyd vorzieht. — Das, was man in den Zündholzfabriken oxydirte Mennige nennt, ist ein zur Trockne gebrachtes Gemisch von Salpetersäure mit Mennige und besteht aus salpetersaurem Blei, Bleisuperoxyd und unzersetzter Mennige.

Das essigsaure Blei oder der Bleizucker

$$\left.\begin{array}{r}(C_2H_3O)_2\\ Pb\end{array}\right\} O_2 + 3\,H_2O$$

krystallisirt in vierseitigen Säulen, die sich in 1,66 Th. Wasser und 8 Th. Alkohol lösen. Man stellt es dar, indem man Bleiglätte mit destillirtem Essig oder Holzessig behandelt, die geklärte Flüssigkeit

abdampft und in Porcellanschalen oder hölzernen Kästen krystallisiren lässt. Aus 100 Th. Bleiglätte erhält man 150 Th. Bleizucker.

Man wendet denselben in der Färberei, zur Bereitung der essigsauren Thonerde (Rothbeize), bei der Firnissbereitung und zur Darstellung von Farbematerialien, namentlich von Bleiweiss und Chromgelb, an. Von dem dreibasisch essigsauren Bleioxyd (dem Bleiessig) wird bei der Bleiweissfabrikation die Rede sein.

Chromsaures Blei (Bleichromat). Den Ausgangspunkt für das chromsaure Bleioxyd und für alle Chrompräparate bildet der Chromeisenstein, der wesentlich aus Eisenoxydul und Chromoxyd (FeO, Cr_2O_3 oder Cr_2FeO_4) besteht. Von dem Gehalte an Chromoxyd ist der Werth des Chromeisensteins abhängig. Der von Baltimore eingeführte enthält 60 Proc., der steierische 55 Proc., der französische 35 Proc. Chromoxyd.

Das chromsaure Kali (Kaliumchromat). a) Neutrales oder gelbes chromsaures Kali K_2CrO_4 wird dargestellt, indem man gemahlenen und geschlämmten Chromeisenstein mit Potasche und Salpeter gemengt auf der Sohle eines Flammenofens schmilzt. Durch den Sauerstoff des Salpeters werden Chromoxyd und Eisenoxydul höher oxydirt, ersteres zu Chromsäure. Aus der zerstossenen Masse zieht man durch Kochen mit Wasser das gebildete chromsaure Kali, unzersetzt gebliebenes kohlensaures Kali und etwas Kalialuminat und Kalisilicat aus. Die Lösung wird durch Holzessig zersetzt, wodurch Thonerde und Kieselerde zu Boden fallen, und darauf bis zum Erscheinen einer Salzhaut abgedampft. Das neutrale chromsaure Kali krystallisirt in citronengelben undurchsichtigen rhombischen Säulen heraus, die sich leicht in Wasser, nicht aber in Alkohol lösen und grosse Neigung zeigen, in saures chromsaures Kali überzugehen. Schwefelsäure und Salpetersäure verwandeln es sogleich in diese Verbindung. b) Das saure oder rothe chromsaure Kali (Kaliumdichromat) $K_2Cr_2O_7$ krystallisirt in wasserfreien, corallinrothen triklinoëdrischen Prismen, die sich in 10 Th. Wasser lösen. Die Lösung wirkt in hohem Grade ätzend. Bei starkem Erhitzen entwickelt es Sauerstoff, während Chromoxyd und neutrales chromsaures Kali zurückbleibt. Man stellt dieses Salz durch Behandeln der neutralen Verbindung mit Salpetersäure oder Schwefelsäure dar.

Vor dem Jahre 1820 fand chromsaures Kali nur zur Darstellung von chromsaurem Blei Anwendung. Ersteres wurde damals auf kostspielige Weise aus dem Chromeisenstein durch Calciniren desselben mit Salpeter dargestellt. Im genannten Jahre ermittelte man die Anwendbarkeit des Bichromates als Aetzbeize auf Türkischroth, wodurch der Impuls zu einer ausgedehnten Anwendung dieses Salzes gegeben wurde. Hierauf folgten andere technische Anwendungen, namentlich in der Färberei, von welchen speciell erwähnt sei die Erzeugung von Chromgelb und Chromorange im Zeugdruck, das Chromschwarz mit Blauholz, die Oxydation von Katechu und von Berlinerblau, der Enlevagendruck, um Weiss auf indigoblauem Grunde zu erzeugen, das Bleichen von Palmöl und ähnlichen Fetten, die Herstellung von gewissen Zündmassen in der Zündholz- und Zündrequisitenfabrikation, die Darstellung von chromsaurem Quecksilberoxydul und Chromoxyd für die

Porcellanmalerei und Decoration der Thonwaaren und in jüngster Zeit die Fabrikation von Smaragdgrün (Chromgrün), das als Körperfarbe im Zeugdruck häufige Anwendung findet. Grosse Mengen von chromsaurem Kali finden auch in der Theerfarbenindustrie zur Fabrikation von Anilinviolett Anwendung. Neuerdings wird das chromsaure Kali auch zur Darstellung von Chlorgas verwendet, ebenso auch zuweilen zum Entfuseln des Branntweins und zum Reinigen des aus Holzessig dargestellten Essigs.

Bleichromat. Man unterscheidet dreierlei Verbindungen der Chromsäure mit dem Bleioxyd, nämlich neutrales chromsaures Blei (Chromgelb), basisches (Chromroth) und ein Gemenge von neutralem mit basischem (Chromorange). Das neutrale chromsaure Blei oder Chromgelb $PbCrO_4$ stellt man auf zweierlei Weise dar: entweder 1) durch Niederschlagen von chromsaurem Kali mit essigsaurem Blei oder 2) aus schwefelsaurem Blei oder Chlorblei. Nach der ersten Methode stellt man zunächst eine Bleiauflösung dar, wozu man sich kleiner Holzbottiche bedient, die terrassenförmig geordnet sind. Man füllt die Bottiche mit gekörntem Blei, schliesst die Hähne und gibt in den obersten Bottich eine Füllung von Essig. Nach etwa 10 Minuten öffnet man den Hahn am Boden und lässt die Flüssigkeit in den zweiten, von da in den dritten und vierten Bottich laufen. Der Essig kommt in dem Sammelbottich an, ohne erhebliche Bleimengen aufgenommen zu haben. Es soll auch durch diese erste Operation das Blei nur benetzt und zur Oxydation geneigt gemacht werden. Die Bottiche bleiben ohne Essigfüllung stehen, bis das Blei sich mit einem bläulich weissen Häutchen bedeckt. Der oberste Bottich erhält dann seine Essigladung; nach $1/2$—1 Stunde erfolgt die Entleerung des Essigs in den zweiten Bottich u. s. f., bis die gesättigte Bleilösung, basisch essigsaures Bleioxyd enthaltend, unten im Sammelbottich anlangt. Zum Behufe der Chromgelbfabrikation wird die Lauge mit so viel Essig versetzt, dass sie eben sauer zu reagiren beginnt und dann zum Abklären in einen grösseren Laugenbottich gebracht. In einem zweiten Laugenbottich hält man sich eine Auflösung von 50 Pfund zweifach chromsaurem Kali in 500 Liter Wasser vorräthig. Man giesst von der Bleilauge so lange in die Chromlösung, als noch in letzterer ein Niederschlag erfolgt, wäscht den Niederschlag aus, versetzt ihn, wenn eine ordinäre Sorte Chromgelb hergestellt werden soll, mit Gyps, Schwerspath oder auch Permanentweiss (künstlicher schwefelsaurer Baryt) und trocknet ihn. Nach Liebig stellt man Chromgelb aus dem schwefelsauren Blei, welches in grosser Menge als Nebenproduct aus den Kattundruckereien zu erhalten ist, dar, indem man dasselbe mit einer warmen Lö-

sung von gelbem chromsaurem Kali digerirt. Je nachdem grössere oder geringere Mengen des schwefelsauren Bleioxydes in chromsaures übergeführt wurden, entstehen mehr oder weniger hellgelbe Farben. Nach Anthon erhält man ein schönes Chromgelb, wenn man 100 Th. frisch gefälltes Chlorblei mit einer Lösung von 47 Th. zweifach chromsaurem Kali digerirt.

Das basisch chromsaure Blei oder Chromroth (Chromzinnober, österreichischer Zinnober) $PbCrO_4 + Pb(OH_2)_2$, ist eine rothe Farbe, welche in neuerer Zeit vielfach als Anstreichfarbe angewendet wird, und entsteht aus dem neutralen chromsauren Blei dadurch, dass man demselben die Hälfte seiner Chromsäure durch Kali, entweder durch Schmelzen mit Salpeter oder durch Kalilauge entzieht. Man stellt das Chromroth dar, indem man Salpeter (am zweckmässigsten ein Gemenge nach gleichen Theilen von Kali- und Natronsalpeter) bei ganz schwacher Glühhitze zum Schmelzen bringt und nach und nach in kleinen Antheilen reines Chromgelb einträgt. Die Masse im Tiegel wird mit Wasser ausgezogen und das sich abscheidende Chromroth nach gutem Auswaschen getrocknet. Das so erhaltene Chromroth ist von prächtig zinnoberrother Farbe und besteht aus lauter glänzenden Krystallpartikelchen. Auf nassem Wege stellt man das Chromroth durch Fällen von essigsaurem Blei mit einer Lösung von chromsaurem Kali, zu welchem Kali gesetzt worden ist, dar. Alle Chromrothe, von dem dunkelsten Zinnoberroth bis zur matten Mennigfarbe, unterscheiden sich von einander nur durch die Grösse der Krystalle, aus welchen das Pulver besteht. Gemenge von neutralem und basisch chromsaurem Blei kommen in verschiedenen Nüancen unter dem Namen Chromorange in den Handel. Man erhält sie durch Fällen von basisch essigsaurem Blei (Bleiessig) mit chromsaurem Kali, durch Kochen von Chromgelb mit Kalkmilch, oder endlich durch Behandlung von Chromgelb mit einer zur Ueberführung in Chromroth nicht hinreichenden Menge Kali.

Das Chromoxyd Cr_2O_3, das in der Glasfärberei, Porcellan- und Glasmalerei vielfache Anwendung findet, wird auf verschiedene Weise dargestellt. Im wasserfreien Zustande wendet man es als Schleifmaterial, zum Ueberziehen der Streichriemen der Rasirmesser und als unzerstörbare und unnachahmliche Druckfarbe für gewisse Banknoten an. Chromhydroxyd (nach der Formel $Cr_2H_6O_9$ zusammengesetzt) kommt entweder für sich oder in Verbindung mit Borsäure oder Phosphorsäure als schöne grüne Farbe und als Ersatzmittel des Schweinfurter Grüns unter den Namen Chromgrün, Mittlergrün, Smaragdgrün, Pannetier's Grün, Arnaudon's Grün, Matthieu-Plessy's Grün im Handel vor.

Das Bleiweiss oder kohlensaure Bleihydroxyd (von der Formel $2\,PbCO_3 + Pb(OH)_2$) wird auf verschiedene Weise dargestellt. Die holländische Methode der Bleiweissfabrikation ist auf die Erscheinung begründet, dass metallisches Blei in Berührung mit Essigdämpfen, Kohlensäure und Sauerstoff bei geeigneter Temperatur in Bleiweiss verwandelt wird. Die Mittel, nach dieser Methode Bleiweiss zu fabriciren, sind verschieden.

In Holland und Belgien, auch in einigen deutschen Fabriken, wird das Blei in dünnen, spiralförmig gewundenen Blechen in irdene Töpfe gesetzt, auf deren Boden sich ordinärer mit Bierhefe gemischter Essig befindet; die Töpfe werden mit Bleiplatten bedeckt und in Pferdemist eingegraben. Ein derartig vorgerichtetes Mistbad wird Looge genannt. Durch die in dem Pferdemiste eintretende Gährung wird die Temperatur erhöht, der Essig verdampft und giebt dadurch unter Mitwirkung des Sauerstoffs zur Bildung von basisch-essigsaurem Blei Anlass. Durch die in dem gährenden Miste erzeugte Kohlensäure wird das basisch-essigsaure Bleioxyd zersetzt in Bleiweiss und neutrales essigsaures Blei. In den meisten Fabriken Deutschlands und namentlich Oesterreichs (so zu Klagenfurt und Wolfsberg in Kärnthen) hat man den Gebrauch des Düngers gänzlich beseitigt. Anstatt der Töpfe werden geheizte Kammern benutzt, in denen der Länge nach in mehrfachen Reihen über einander Latten sich befinden, über welche die Bleiplatten, dachförmig gebogen, gehängt werden. Der Boden der Kammern ist mit einer Schicht Lohe, Früchten, Weinlager, faulenden Stoffen u. s. w. bedeckt, durch welche Essig langsam durchsickert. Rationeller ist folgende Einrichtung: Der Boden der Kammer ist eine mit durchlöcherten Dielen bedeckte Kufe, in welcher sich erwärmter Essig befindet. Durch die Oeffnungen der Dielen gelangen die Essigdämpfe in die Kammern. In allen diesen Fällen werden die Bleibleche von ihrer Oberfläche nach innen zu, allmälig in Bleiblech verwandelt. Dieses Rohprodukt wird von dem Gehalte an essigsaurem Blei durch Auswaschen, von dem unangegriffenen, metallischen Blei durch Schlämmen befreit und kommt dann erst als reines Bleiweiss in den Handel. Eine jetzt in England gebräuchliche Modification der holländischen Bleiweissfabrikation besteht darin, dass man das feingekörnte, mit 1 bis 1,5 Proc. Essig befeuchtete Blei in die, vom Boden aus mit Dampf auf ungefähr 35° erwärmten Fächer eines hölzernen Kastens bringt, in welchen ein Strom von Kohlensäure und hinreichend Dampf geleitet wird, um die Atmosphäre im Innern und das Blei eben feucht zu halten. Nach 10—14 Tagen ist die Umwandlung vollendet. Das rohe Bleiweiss wird wie gewöhnlich gewaschen und geschlämmt.

Die französische Methode ist das bei weitem allgemeinere Verfahren der Bleiweissfabrikation. Die Methode besteht darin, Bleiglätte in Essigsäure (rectificirtem Holzessig) aufzulösen, um eine Lösung von dreibasisch essigsaurem Blei (Bleiessig) $= \left.\begin{matrix}(C_2H_3O)_2\\ Pb\end{matrix}\right\} O_2 + 2Pb\,(OH)_2$) zu erzeugen. Indem man dann durch diese Lösung Kohlensäuregas leitet, werden zwei Moleküle Bleioxyd als Bleiweiss ausgefällt, während neutrales essigsaures Blei in Lösung zurückbleibt. Indem man dann die zurückbleibende Lösung von Neuem mit Bleiglätte digerirt, bildet sich wieder dreibasisch essigsaures Blei, aus welchem durch Kohlensäure abermals zwei Moleküle Bleioxyd als Bleiweiss ausgefällt werden.

Bleiweiss ist im reinen Zustande blendend weiss. Je nach der Darstellungsart zeigt das Bleiweiss ein verschiedenes Aussehen; von den in den Töpfen gelegenen Bleiblättern erhält man das sogenannte Schieferweiss, das in Gestalt dünner Platten in den Handel kommt. Diejenigen Bleiplatten, mit denen die Töpfe zugedeckt waren, bekommen eine dickere Kruste, aus denen das gemeine Bleiweiss gebildet wird. Das Kremser Weiss ist reines Bleiweiss, mittelst Gummiwasser in Täfelchen geformt. Perlweiss

ist mit etwas Berlinerblau oder Indigo versetzt. Man versetzt das Bleiweiss in den Fabriken häufig (in neuerer Zeit jedoch minder oft) mit Schwerspath (zu 30,66, selbst bis zu 72 Proc.) und schwefelsaurem Blei, seltener mit Witherit (kohlensaurem Baryt), Kreide, Gyps oder Thon. Ein Zusatz von Schwerspath zum Bleiweiss behufs des Oelanstrichs ist nicht rationell, da der Schwerspath keine Deckkraft hat und somit viel Oelfirniss ohne Zweck consumirt wird. Reines Bleiweiss muss sich in verdünnter Salpetersäure vollständig lösen. Die Anwendung des Bleiweisses als Malerfarbe, zum Kitt, zum Leinölfirniss, zur Darstellung der Mennige ist bekannt. Mit der Anwendung des Bleiweisses ist der Nachtheil verbunden, dass dasselbe durch Schwefelwasserstoff ausserordentlich leicht afficirt und in Schwefelblei verwandelt wird.

Das Zinn.

($Sn = 118$; spec. Gew. $= 7,28$.)

Das Zinn findet sich in der Natur nie gediegen, sondern oxydirt als Zinnstein (SnO_2 mit 79 Proc. Zinn), und als Schwefelzinn mit anderen Schwefelmetallen verbunden im Zinnkies. Der Zinnstein, so wie er sich als Bergzinnerz im Gebirgsgestein, auf Lagern, Stockwerken, Gängen, im Granit, Syenit u. a. m., oder auf secundärer Lagerstätte, den sogenannten Seifenwerken oder Zinnseifen (Ablagerungen von verschiedenartigen Geröllen, besonders von Kieseln, mit Zinnsteingeröllen) als Seifenzinn (Holzzinn, Cornish-Zinn) findet, enthält ausser dem Zinnoxyd Schwefel, Arsen, Zink, Eisen, Kupfer und andere Metalle. Doch kommt der Zinnstein im Schuttland, im Sande der Flüsse (z. B. in Cornwall, auf Malacca, Banca) zuweilen als fast chemisch reine Zinnsäure vor. Ueberhaupt giebt der Zinnstein der Seifenwerke (weil hier die Natur die mechanische Scheidung bereits ausgeführt hat) ein weit reineres Zinn als das Bergzinnerz. Letzteres wird zuerst durch Pochen und Schlämmen von der anhängenden Bergart und durch Rösten vom Schwefel, Arsen und Antimon befreit. In Sachsen findet sich der Zinnstein in einem jüngeren Granit, der, vom älteren Gebirge umgeben, ein Stockwerk bildet. Er ist von Wolfram, Molybdänglanz, Schwefel- und Arsenkies begleitet und führt den Namen Zinnzwitter.

Nach dem zu Altenberg (im sächsischen Erzgebirge) gebräuchlichen Verfahren wird das geröstete Zinnerz im Schachtofen von etwa 3 Meter Höhe, dessen Wände aus Granit construirt und der auf einem Mauerwerke von Gneuss ruht, verschmolzen. Das Erz wird mit Kohlen (und mit Zinnschlacken) geschichtet; das reducirte Zinn sammelt sich auf dem Vorherd, von welchem es in einen Kessel fliesst. Es enthält aber Eisen und Arsen. Von diesen Beimengungen wird es befreit, indem man es auf einem Herde,

der mit glühenden Kohlen bedeckt ist, aussaigert; das reine Zinn schmilzt zuerst, fliesst durch die Kohlen und sammelt sich auf dem Stichherde an, während eine strengflüssige Legirung von Zinn mit Eisen u. s. w. in Körnern zurückbleibt. Die Zinnschlacken werden von Zeit zu Zeit verschmolzen (das Schlackentreiben), wobei sich Zinn und eine Art Ofensau, Härtlinge genannt, bilden, welche eben so wie die Dörner aus einer Legirung von Eisen und Zinn bestehen. Das im Schachtofen erhaltene Zinn ist sehr rein, es ist das Körnerzinn. Die zurückbleibende schwerer schmelzbare Legirung wird nochmals umgeschmolzen und als Blockzinn in den Handel gebracht. Das in Böhmen und Sachsen ausgebrachte Metall führt, je nachdem es in Stangen geformt, oder in dünne Blätter gegossen worden ist, den Namen Stangenzinn oder Rollzinn.

Das Zinn besitzt eine silberweisse Farbe mit einem geringen Stich ins Bläuliche. Nächst dem Blei ist das Zinn das weichste der Metalle, doch besitzt es schon so viel Härte, dass eine frei schwebende Zinnstange beim Anschlagen einen Klang hören lässt. Reines Zinn nimmt die Eindrücke mit dem Nagel des Fingers kaum mehr an. Beim Biegen knirscht es um so stärker, je reiner es ist. Das Zinn ist ausserordentlich geschmeidig und lässt sich zu dünnen Blättern ausstrecken. Die Dehnbarkeit ist geringer. Das spec. Gewicht des reinen Zinnes ist 7,28, das durch Hämmern und Walzen bis auf 7,29 erhöht werden kann. Bis fast auf den Schmelzpunkt erhitzt, wird das Zinn spröde und lässt sich durch kräftige Hammerschläge zertheilen. Sein Schmelzpunkt ist bei 228°. Dient das Zinn zu Gusswaaren, so hängen Glanz und Festigkeit gänzlich von der Temperatur des geschmolzenen Zinnes im Augenblicke des Ausgiessens ab; war es so stark erhitzt, dass die Oberfläche des Metalles Regenbogenfarben zeigte, so erscheint es nach dem Erstarren auf der Oberfläche gestreift und rothbrüchig; war es dagegen zu wenig erhitzt, was sich durch das matte Ansehen der Oberfläche zu erkennen giebt, so ist es auch nach dem Erstarren matt und kaltbrüchig. Das Zinn hat nach dem Erstarren den grössten Glanz und die meiste Festigkeit, wenn die entblösste Oberfläche des flüssigen Metalles rein und spiegelhell erscheint. Bei starker Weissglühhitze beginnt das Zinn zu sieden und sich langsam zu verflüchtigen. Das geschmolzene Zinn bedeckt sich an der Luft mit einer grauen, aus Zinnoxydul und metallischem Zinn bestehenden Haut, Zinnkrätze genannt. Durch fortgesetztes Schmelzen bei Luftzutritt verwandelt sich das Zinn vollständig in gelblich-weisses Zinnoxyd (Zinnasche). An der Luft büsst das Zinn nach und nach seinen Glanz ein.

Man wendet das Zinn an zu Legirungen (Kanonenmetall, Bronze, Glockenmetall) und früher häufiger als jetzt zu Geschirren zum Haus- und Tischgebrauch, zu Destillirhelmen, Kühlapparaten und Röhren, zu Kesseln für Färber und Laboratorien etc. In Verbindung mit Blei wird das Zinn zu den Zinngeschirren verarbeitet, weil diese Legirungen härter sind als jeder der Componenten für sich und daher der Abnutzung besser widerstehen. Theils durch Walzen, theils durch Schlagen unter dem Stanniolhammer stellt man aus dem Zinn die Zinnfolie (Stanniol) dar, von welcher die stärkere Sorte (Spiegelfolie) zum Belegen der Spiegelplatten, die dünnere (Folie) zum Ausfüttern von Büchsen, Kästen, zum Einwickeln von Chocolade, Seife, Käse u. s. w. benutzt wird. Das Schlagsilber oder unechte Blattsilber (Silberschaum) ist Zinn mit etwas Zink versetzt und in dünne Blättchen ausgeschlagen. Zinn mit kleinen Mengen Kupfer, Antimon und Wismuth

legirt, bildet das häufig zu Löffeln u. s. w. verarbeitete Compositionsmetall. Eine ähnliche Legirung ist das Britanniametall, das zu Löffeln, Leuchtern, Zuckerdosen, Kaffee- und Theetöpfen häufige Anwendung findet, indem es mehr als Zinn dem Ansehen des Silbers sich nähert, bei grösserer Härte auch grösseren Glanz annimmt und leichtere Formen erlaubt. Es lässt sich auch zu Blech verarbeiten.

Oft überzieht man Gefässe aus anderen Metallen mit Zinn, was Verzinnung genannt wird. Bedingungen des Verzinnens sind, dass die Oberfläche des zu verzinnenden Metalles rein, d. h. oxydfrei sei, und dass beim Auftragen des geschmolzenen Zinnes die Oxydation desselben verhindert werde. Die zu verzinnenden Gegenstände werden deshalb vorher durch Scheuern, Abschaben oder durch saure Beizen gereinigt. Die Oxydation des aufgetragenen Zinnes wird durch Colophonium und Salmiak vermindert, welche beide Substanzen das entstandene Oxyd augenblicklich wieder reduciren. Die Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeeisens geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäss fast bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, geschmolzenes Zinn darauf schüttet und das Metall vermittelst eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Kupfers durch Reiben vertheilt. Gegenstände von Messing, wie Stecknadeln, werden behufs des Verzinnens in einem verzinnten Kessel mit Zinnkörnern (Weisssud oder Zinnsud), und mit einer Lösung von saurem weinsaurem Kali (Cremor tartari) einige Stunden lang gekocht. Die verzinnten Gegenstände werden mit Kleie oder mit Sägespänen abgerieben. Um Eisenbleche zu verzinnen, werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzenden Talg und dann in geschmolzenes Zinn eingetaucht. Durch den Talg wird die Oxydation des Zinnes verhindert. Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn überzogen sind, werden sie aus dem Zinnbade entfernt, durch Schlagen mit einer Ruthe oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie gereinigt.

Wenn man verzinntes Blech mit Säuren behandelt, so geschieht es häufig, dass auf der Oberfläche des Zinnes perlmutterartig glänzende Zeichnungen sich zeigen, die davon herrühren, dass das Zinn bei schnellem Erkalten krystallisirt. Durch Behandeln des Bleches mit Säuren werden die krystallinischen Stellen blosgelegt, die, durch die ungleiche Reflexion des Lichtes, mattere und lichtere Stellen zeigen. Man nennt solches Blech gemort oder geflammt (*moiré métallique*).

Zinnpräparate.

Das Musivgold (Zinnsulfid SnS_2) wird dargestellt, indem man ein Amalgam, aus 4 Th. Zinn mit 2 Th. Quecksilber bestehend, mit $2^1/_3$ Th. Schwefel und 2 Th. Salmiak innig mischt, das Gemenge in einen Kolben giebt, welchen man in einem Sandbade, ungefähr zwei Stunden lang, anfangs nicht völlig bis zum Glühen, dann nach und nach stärker erhitzt. Zuerst entweicht der Salmiak, darauf sublimirt das Quecksilber als Zinnober mit kleinen Mengen von Zinn-

chlorid verunreinigt, und zurück bleibt das Musivgold, von welchem jedoch in den meisten Fällen nur die obere Schicht aus einem brauchbaren Präparat besteht, während die untere Schicht als missfarbig abgesondert wird.

Das Musivgold erscheint in zarten goldgelben oder bräunlichgelben metallglänzenden Schuppen, welche sich zwischen den Fingern wie Talk anfühlen lassen. Es lässt sich auf die Oberfläche der Körper in den dünnsten Schichten zertheilen und wird zur unechten Vergoldung auf Holz, Gyps, Pappe, Papiermaché, Messing, Kupfer etc. verwendet, indem man es mit Eiweiss aufträgt; man überzieht es nachher, wie bei Lampen, mit einem Lack. Gegenwärtig ist es zum grossen Theile durch die weit schöneren Bronzepulver (Bronzefarben) verdrängt worden und findet nur noch beim Bronziren der Lampenfüsse Anwendung, da das gewöhnliche Bronzepulver durch das sauer reagirende Rüböl bald aufgelöst werden würde. Ehedem gebrauchte man es auch zum Bestreichen des Reibkissens der Elektrisirmaschinen.

Das Zinnsalz (Zinnchlorür $SnCl_2$) wird im krystallisirten Zustande ($SnCl_2$, $2\,H_2O$) durch Auflösen von Zinnspänen in Salzsäure und Abdampfen der Lösung dargestellt. Nach Nöllner soll man die Salzsäure, so wie sie sich aus den Retorten entwickelt, sogleich auf granulirtes Zinn, das in Vorlagen von Steingut eingefüllt ist, einwirken lassen, und die aus den Vorlagen abfliessende concentrirte Zinnsalzlösung in zinnernen Pfannen unter Zusatz von granulirtem Zinn eindampfen.

Das Zinnsalz erscheint in farblosen, durchsichtigen Krystallen, die sich sehr leicht in Wasser lösen. Die Lösung scheidet sehr bald ein basisches Salz ab. Diese Abscheidung wird durch Zusatz von Weinsäure vermieden. Man benutzt das Zinnsalz als Reductionsmittel von Indigo, Eisenoxyd und Manganoxyd und als Beizmittel, hauptsächlich zur Darstellung der rothen Farben mit Cochenille und in der Krapp- und Türkischrothfärberei zum Aviviren und Rosiren. Das sogenannte salpetersaure Zinn der Färber wird durch Auflösen von gekörntem Zinn in Königswasser erhalten; diese Auflösung führt in der Färberei auch den Namen Physik, Composition, Rosirsalz; sie enthält Zinnchlorid ($SnCl_4$) und Zinnchlorür. Eine Verbindung des Zinnchlorids mit Salmiak ($SnCl_4 + 2\,NH_4Cl$) wird unter dem Namen Pinksalz in der Kattundruckerei als Beize benutzt. Das Zinnchlorid, in krystallisirter Gestalt von der Formel $SnCl_4 + 5\,H_2O$, findet zur Bereitung von Fuchsin und in der Färberei als Mordant Anwendung.

Das zinnsaure Natron (Natriumstannat, Zinnoxyd-Natron), eine gegenwärtig in der Färberei und Zeugdruckerei häufig angewendete Verbindung. Zur Darstellung dieser Verbindung digerirt man in einem Metallgefässe Bleiglätte mit Natronlauge von ungefähr 22 Proc. Natrongehalt und verdünnt die entstandene Lösung, wenn man das zu erzeugende zinnsaure Natron in Lösung aufbewahren will, und zwar über dem Niederschlage. In die Lösung des Blei-

oxyd-Natrons (Natriumplumbat), welche zur Beschleunigung der Operation erhitzt wird, bringt man granulirtes Zinn, worauf Blei in Form von Bleischwamm sich ausscheidet und zinnsaures Natron sich bildet. Man kann auch jedoch sofort die Natronlauge mit Bleiglätte und granulirtem Zinn zusammenbringen und das Gemisch kochen, bis alles Zinn gelöst ist.

Das Wismuth.

(Bi = 210; spec. Gew. = 9,79.)

Das Wismuth ist eines der seltener vorkommenden Metalle; es findet sich meist gediegen auf Kobalt- und Silbergängen im Granit, Gneuss, Glimmerschiefer, und im Uebergangs- und Kupferschiefergebirge. Die Gewinnung desselben ist ziemlich einfach, da man es in Folge seines niederen Schmelzpunktes durch Aussaigern (Ausschmelzen) von der Gangart trennen kann.

Bei Schneeberg im sächsischen Erzgebirge besteht ein Wismuthsaigerofen, auf welchem man das Wismuth auf folgende Weise ausbringt. Die durchschnittlich 4—12 Proc. Wismuth enthaltenden Erze werden so viel als möglich von der Gangart getrennt und in haselnussgrossen Stücken in gusseiserne Röhren eingetragen, welche durch das Feuer auf dem Roste geheizt werden, das ausgeschmolzene Wismuth fliesst in eiserne Näpfe, die durch darunter befindliche glühende Kohlen erhitzt werden. In diesen Näpfen befindet sich Kohlenpulver, welches das flüssige Wismuth vor der Oxydation schützt. Die in den Röhren zurückbleibenden Erze werden in einem mit Wasser angefüllten Kasten gekrückt. Bei der Verarbeitung mit Kobaltspeise gewinnt man das Wismuth als Nebenprodukt. Auch aus der Testasche vom Raffiniren des Blicksilbers stellt man in Freiberg auf nassem Wege Wismuth dar, indem man dieselbe mit verdünnter Salzsäure extrahirt, aus der Flüssigkeit fällt man durch Wasser basisches Chlorwismuth, welches nach dem Trocknen durch Schmelzen mit Soda reducirt wird.

Das Wismuth ist ein röthlichweisses Metall, von starkem Glanz, grossblättriger Textur, Härte und solcher Sprödigkeit, dass es gepulvert werden kann. Es schmilzt bei 249° und erstarrt bei 242° mit bedeutender Volumenvergrösserung. Sein specifisches Gewicht = 9,79.

Man benutzt das Wismuth zu Legirungen, als Oxyd mit Borsäure und Kieselsäure geschmolzen zu optischen Gläsern, neuerdings in sehr bedeutender Menge zu Porcellanlüsterfarben, und als basisch salpetersaures Wismuthoxyd zu weisser Schminke (*Blanc de fard*). Unter den Legirungen des Wismuths sind die mit Blei, Zinn und Kadmium die wichtigeren, Rose's Metall besteht aus 2 Th. Wismuth, 1 Th. Blei und 1 Th. Zinn und schmilzt bei 95,75° C. Ein geringer Zusatz von Kadmium macht diese Legirungen noch leichtflüssiger. Eine Legirung von 3 Th. Blei, 2 Th. Zinn und 5 Th. Wismuth, deren Schmelzpunkt bei 91,66° C. liegt, eignet sich zum Abklatschen (Clichiren) von Holzschnitten, Druckformen, Stereotypen u. s. w.

Das Wismuth eignet sich zu diesem Zwecke ganz besonders wegen seiner Ausdehnung beim Erstarren. Eine ähnliche Legirung benutzt man zu Metallbädern, um Stahlarbeiten darin anzulassen, ferner zu Stiften, welche anstatt der Graphitstifte auf besonders (mit Knochenasche) präparirten Papieren dienen.

Das Zink.

($Zn = 65,2$; spec. Gew. $= 7,1-7,3$.)

Das Zink kommt in der Natur nie gediegen, sondern an Schwefel gebunden als Zinkblende (ZnS) mit 67 Proc. Zink und zuweilen kleinen Mengen von Indium, oxydirt als edler Galmei, kohlensaures Zink oder Zinkspath ($ZnCO_3$) mit 52 Proc. und als gewöhnlicher Galmei oder Kieselzinkerz ($Zn_2SiO_4 + H_2O$) mit 53,8 Proc. Zink vor. Ausserdem findet es sich als Rothzinkerz, ein durch Manganoxyd röthlich gefärbtes Zinkoxyd, als Gahnit ($AlZnO_4$) und in einigen Fahlerzen. Ausser den Zinkerzen dienen zur Darstellung des Zinkes noch Hüttenabfälle in Form von zinkischen Ofenbrüchen der Hohöfen (Gichtschwamm) und Bleiöfen (Ofengalmei).

Das Verfahren der Gewinnung des Zinkes aus seinen Erzen besteht im Wesentlichen in der Behandlung der gerösteten Zinkerze (gebrannter Galmei oder geröstete Blende) in einem Schacht- oder Gefässofen, in welchen man ein Gemenge von Erz, Zuschlag und Brennmaterial von oben aufgiebt; die Verbrennung darin wird durch ein Gebläse unterhalten. Erz, Zuschlag und Brennstoff werden in solchen Verhältnissen angewendet, dass das in den Erzen enthaltene Zink sich reduciren und verflüchtigen kann, während alle anderen Bestandtheile mit dem Zuschlage Schlacken bilden. Das Brennmaterial wird in solcher Menge aufgegeben, dass es nicht nur zur vollständigen Reduction genügt, sondern im grossen Ueberschusse vorhanden ist, damit vor den Formen nicht etwa ein oxydirendes Gas wie Kohlensäure entstehen könne. Der Zuschlag muss so beschaffen sein, dass bei der Bildung der Schlacke in keinem Falle eine oxydirende Substanz sich bilden kann. Die Produkte der Behandlung sind 1) Zinkdämpfe, die sich in abgekühlten Canälen verdichten, 2) die durch die Verbrennung erzeugten Gase, welche zum Heizen des Dampfkessels der Gebläsemaschine, zum Brennen des als Fluss verwendeten Kalkes, zum Umschmelzen des destillirten Rohzinkes und zum Trocknen und Rösten der Erze verwendet werden, 3) die nicht flüchtigen Stoffe (Schlacken, Stein, reducirte Metalle).

Die Destillation des Zinkes aus seinen Erzen (Galmei) aus muffelähnlichen Destillationsgefässen, ist in Oberschlesien, Stolberg bei Aachen, in Westphalen, Belgien etc. üblich. Die Muffeln werden über Schablonen aus feuerfestem Thon und zerstossenen gebrannten Muffelscherben gefertigt. Die vordere Seite der Muffel hat zwei Oeffnungen; die untere ist mit einer Platte verschlossen, welche entfernt wird, wenn die Destillationsrückstände herausgenommen werden sollen. Oben ist ein knieförmig gebogenes Rohr eingesetzt, welches mit einer während der Destillation verschlossenen Oeffnung versehen ist, durch welche die Beschickung eingetragen wird. Durch eine Oeffnung tröpfelt das flüssige Zink in den darunter befindlichen Raum. Das bei Beginn der Destillation sich bildende Zinkoxyd enthält fast alles Kadmiumoxyd und wird zur Darstellung des Kadmiums verwendet. Im Anfange sind die Verdichtungsräume noch so kühl, dass die Zinkdämpfe sich nicht zu flüssigem, sondern sofort zu festem, fein zertheiltem Metall verdichten, welches den Namen Zinkrauch führt. Die später sich bildenden Zinktropfen (Tropfzink) werden durch Schmelzen gereinigt; man giesst das geschmolzene Metall in Form von Tafeln und liefert es (als Werkzink) in den Handel. Man benutzt gegenwärtig häufig bei der Zinkgewinnung die Siemens'schen Regenerativgasfeuerungen.

Nach der belgischen Methode (auf der *Vieille montagne*) geschieht die Reduction des Galmei und die Destillation des Zinkes in Thonröhren, welche reihenweise und etwas geneigt neben und über einander liegen. Die Röhren sind cylindrisch, gewöhnlicb 1 Meter lang und haben eine Weite von 18 Centimeter im Lichten. Sie sind an dem einen Ende geschlossen. Mit der vorderen Oeffnung berühren die Röhren die Vorwand des Ofens; sie dient zum Eintragen der Beschickung, zum Abziehen der Zinkdämpfe und zum Entfernen der Destillationsrückstände. An jeder dieser Röhren wird eine gusseiserne Ansetzröhre befestigt und an diese endlich noch eine Röhre von Eisenblech geschoben, welche inwendig mit Lehm verstrichen ist, in der sich die Zinktropfen sammeln. Man giebt den Röhren eine geringe Neigung nach vorn.

Nach der englischen Zinkgewinnungsmethode (in Wales, Sheffield, Birmingham) findet eine sogenannte abwärts gehende Destillation und zwar in Tiegeln statt. Die Tiegel sind aus feuerfestem Thon gefertigt. In der Mitte des Bodens der Tiegel befindet sich eine Oeffnung, aus welcher die Zinkdämpfe sich in die Verdichtungsröhren begeben. Beim Füllen verstopft man diese Oeffnung mittels eines Holzpfropfens. Das Eintragen der Beschickung geschieht durch eine im Deckel des Tiegels befindliche Oeffnung, die auch nach dem Eintragen noch einige Zeit offen bleibt, bis eine blaue Färbung der Flamme die beginnende Reduction anzeigt. Darauf wird die Oeffnung im Deckel durch eine Platte aus feuerfestem Thon geschlossen, die Verdichtungsröhre an die untere Tiegelöffnung gefügt und darunter das zur Aufnahme des Zinkes bestimmte Gefäss gestellt, welches öfters mit Wasser gefüllt wird, um das Umherspritzen des niederfallenden Zinkes zu verhüten. Die untere Mündung der Fallröhre bleibt aber immer noch einige Zoll über dem Niveau des Wassers. Das destillirende Zink sammelt sich in Tropfen und als feines Pulver mit Zinkoxyd gemengt in den Gefässen und wird demnächst in eisernen Gefässen umgeschmolzen.

Zum Zugutemachen der Zinkblende giebt es zwei Wege: nach dem einen röstet man (in dem Gerstenhöfer'schen oder in dem

Hasenclever'schen Röstofen, wobei die sich bildende schweflige Säure für die Schwefelsäurefabrikation nutzbar gemacht wird) und führt sie in den Zustand des Oxydes über, worauf man wie bei dem Galmei verfährt; nach dem anderen und vortheilhafteren macht man die Zinkblende direct zu gute. Dies geschieht dadurch, dass man eine zur gänzlichen Entschwefelung der Blende und Freiwerden des Zinkes hinreichende Menge Eisenerz zusetzt. Als Zuschlag wird gebrannter Kalk angewendet. Enthalten die zuzusetzenden Eisenerze Wasser und Kohlensäure, so müssen letztere durch vorhergehende Röstung entfernt werden, damit keine Substanz in den Ofen gelangt, welche das reducirte Zink wieder oxydiren kann. Giebt das Eisenerz Veranlassung zur Bildung einer grossen Menge von oxydirenden Substanzen, so wird die Zinkblende direct mit Roh- oder Schmiedeeisen zu gute gemacht. Swindells hat vorgeschlagen, die Zinkblende mit Kochsalz zu rösten, wobei Glaubersalz und Chlorzink sich bilden, aus der durch Auslaugen erhaltenen Flüssigkeit zuerst krystallisirtes Glaubersalz zu gewinnen, dann daraus das Zinkoxyd durch Kalk niederzuschlagen und ersteres auf gewöhnliche Weise zu reduciren.

Das Zink ist von grauweisser, ins Bläuliche gehender Farbe, von meist blätterig krystallinischem, bisweilen sehr kleinblätterigem Gefüge, mit starkem Metallglanz auf den Flächen. Das nahe der Schmelzhitze ausgegossene Zink hat nach dem schnellen Erkalten ein spec. Gewicht von 7,178, langsam erkaltet von 7,145, das in der Glühhitze ausgegossene schnell erkaltet, 7,109, langsam erkaltet, 7,120. Durch Hämmern und Walzen wird das spec. Gewicht bis auf 7,2, sogar bis auf 7,3 erhöht. Das Zink ist etwas härter als das Silber, aber weniger hart als das Kupfer; es lässt sich schwer mit der Feile bearbeiten, weil das Metall sehr bald die Zähne der Feile verstopft, leichter mit der Raspel. Im reinen Zustande hat es fast Silberklang. Im Allgemeinen gehört es zu den spröden Metallen und besitzt nur geringe absolute Festigkeit. Dem Zusammendrücken dagegen widersteht es mit grosser Kraft. Zink im vollkommen reinen Zustande ist schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas dehnbar und kann zu dünnen Blechen ausgetrieben werden, ohne Kantenrisse zu erhalten. Diese Dehnbarkeit verschwindet aber schon durch geringe Verunreinigung mit anderen Metallen, sodass das nicht vollkommen reine Zink bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Hammer zerspringt. Das Zink schmilzt bei 412°. Bei angehender Weissglühhitze verflüchtet es sich und lässt sich bei Abschluss der Luft destilliren. Bei 500° entzündet es sich und verbrennt mit grünlicher Flamme zu nicht flüchtigem Zinkoxyd (Zinkweiss). In der Wärme dehnt sich das Zink sehr stark und zwar unter allen technisch wichtigen Metallen am stärksten aus. Die Dehnbarkeit des Zinkes ist zwischen 100 und 150° am grössten und selbst das mit allen Metallen verunreinigte Zink lässt sich bei dieser Temperatur ausdehnen. Diese Eigenschaft des Zinkes, in einer die Siedehitze des Wassers etwas übersteigenden Temperatur dehnbar zu sein und im ausgedehnten Zustande es auch bei gewöhnlicher Temperatur zu bleiben, ist für die Technik von unschätzbarem Werthe. Ueber 150° verringert sich die Geschmeidigkeit des Zinkes, bei 200° ist das Metall so spröde, dass es zu Pulver gestossen werden kann. An feuchter Luft überzieht sich das Zink mit einer Haut von Oxyd, welche die darunter liegenden Zinktheile vor weiterer Oxydation schützt. Seiner leichten Oxydirbarkeit durch Wasser und Säuren wegen eignet es sich nicht zu Koch- und Milchgeschirren. Im Allgemeinen ist das Galmeizink reiner als das Blendezink.

Das Zink findet Anwendung als Blech zum Dachdecken, zu Gefässen, zu Rinnen und Röhren, zur Druckerei, zu Platten und Cylindern für galvanische Apparate, den Zinklegirungen (Messing), als Bestandtheil der galvanischen Batterie, zum Trennen des Silbers vom Blei, zur Darstellung von Wasserstoff unter Mitwirkung von Wasser und Schwefelsäure oder Salzsäure, zum Protegiren des Eisens, zum Ueberziehen der Telegraphendrähte und überhaupt zur Verzinkung von Draht, Ketten und Blech, zur Bereitung von Zinkvitriol, Zinkweiss u. s. w. Eine Hauptanwendung des Zinkes ist die zu Gusswaaren (Zinkguss) anstatt der Bronze, des Gusseisens und selbst der Steinmetzarbeiten (zu architektonischen Zwecken). Neuerdings stellt man, um die Züge der gezogenen Geschütze zu schonen, die Hülle der Projectile und die Kartätschen vielfach aus Zink dar.

Die Zinkproduction (1874) ist etwa folgende:

Schlesien	880,000	Centner
Die rheinischen Gesellschaften	220,000	„
Die Vieille Montagne	704,000	„
Die übrigen belgischen Gesellschaften	200,000	„
England	250,000	„
Oesterreich-Ungarn	30,000	„

u. s. w. Im Ganzen beträgt sie in Europa etwa 2,5 Millionen Centner.

Zinkpräparate.

Das Zinkweiss, Zinkoxyd, ZnO, das häufig als Ersatzmittel für Bleiweiss angewendet wird, stellt man aus schlesischem oder belgischem Zink durch Erhitzen an der Luft dar. Zu diesem Zwecke bringt man das Zink in Retorten aus Glashäfenmasse, welche denen der Leuchtgasfabriken sehr ähnlich und mit einer Oeffnung versehen sind, durch welche sie beschickt werden, und wodurch die Zinkdämpfe entweichen. Sobald die Retorten bis zum Weissglühen erhitzt worden sind, werden 1—2 Zinktafeln in jede Retorte gebracht. Das Metall verwandelt sich in Dämpfe, welche durch die Oeffnung der Retorte entweichen und sogleich nach ihrem Austritt aus der Retorte einen bis auf 300^0 erhitzten Luftstrom treffen, durch welchen das Zink verbrannt und in Zinkoxyd verwandelt wird. Das entstandene lockere Zinkoxyd wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmälig absetzt. Das so erhaltene Zinkoxyd ist von weisser Farbe und kann sofort, ohne Mahlen oder Schlämmen mit dem Firniss verrieben werden. Das Zinkweiss kommt etwas theurer zu stehen als das Bleiweiss, deckt aber besser und zwar decken 10 Gewichtstheile Zinkweiss denselben Flächenraum wie 13 Gewichtstheile Bleiweiss. Der Zinkweissanstrich hat ferner vor dem Bleiweissanstrich den Vortheil, dass er auch bei

schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen seine weisse Farbe behält. Durch Zusatz verschiedener Metallfarben kann man dem Zinkweiss jede beliebige Färbung ertheilen, so grün durch Chromgrün oder Rinmann's Grün, blau durch Ultramarin, citronengelb durch Schwefelkadmium und chromsaures Zink, orangegelb durch Schwefelantimon, schwarz durch Kienruss.

Der Zinkvitriol (schwefelsaures Zink, weisser Vitriol oder Galitzenstein, $ZnSO_4 + 7\,H_2O$) kommt theils in der Natur als neueres Gebilde durch Verwitterung der Zinkblende entstanden vor, theils wird er künstlich aus der Blende dargestellt, theils auch als Nebenprodukt bei der Entwickelung von Wasserstoff erhalten. Er kommt in weissen Stücken vor, die zusammenziehend metallisch schmecken und als Zusatz zu den trocknenden Oelen bei der Firnissbereitung, zur Feuerversilberung, zum Desinficiren der Kloaken und in den Kattundruckereien benutzt werden. Beim Erhitzen zerfällt der Zinkvitriol in Zinkoxyd, schweflige Säure und Sauerstoff (neue und praktische Methode der Darstellung des Sauerstoffs im Grossen).

Das chromsaure Zink (Zinkchromat), durch Fällen von Zinkvitriol mit zweifach chromsaurem Kali erhalten, ist ein schön gelber Niederschlag, der in dem Kattundruck Anwendung findet, da er sich in Ammoniak löst und nach der Verflüchtigung des Ammoniaks als unlösliches Pulver wieder abscheidet. Ausserdem kommt auch eine basisch chromsaure Zinkverbindung unter dem Namen Zinkgelb in dem Handel vor.

Das Chlorzink $ZnCl_2$ erhält man durch Auflösen von metallischem Zink in Salzsäure oder am vortheilhaftesten als Nebenprodukt in den Soda- und Schwefelsäurefabriken, wenn man die überflüssige und häufig kaum zu verwerthende Salzsäure noch warm auf gemahlene Zinkblende einwirken lässt und den entweichenden Schwefelwasserstoff sogleich durch Verbrennen zu schwefliger Säure und Wasser wieder zur Schwefelsäurefabrikation benutzt. Die erhaltene Lösung wird bis zur Syrupconsistenz abgedampft. Ihrer Eigenschaft wegen, gewisse organische Substanzen in Folge von Wasserentziehung mehr oder minder zu verändern, lässt sich eine concentrirte Chlorzinklösung in vielen Fällen anstatt der englischen Schwefelsäure verwenden. So ist z. B. das Chlorzink im Stande, die Schwefelsäure beim Läutern des Brennöls zu ersetzen, da das Chlorzink nur die Unreinigkeiten, nicht aber das Oel selbst angreift. Da die Farbstoffe des Krapps durch Chlorzink nicht verändert werden, dagegen die Holzfaser dadurch zerstört wird, so ist es sehr wahrscheinlich, dass man Krapp ebensowol durch Chlorzinklösung als durch Schwefelsäure in Garancin wird überführen können. Neuerdings ist das Chlorzink auch beim Verseifen der Fette behufs der Abscheidung der Stearinsäure anstatt der Schwefelsäure angewendet worden, ebenso bei der Bereitung des Pergamentpapieres und des Aethers. Mit dem grössten Vortheil hat man das Chlorzink zum Conserviren von Holz, namentlich der Eisenbahnschwellen, benutzt, ferner zum Zersetzen des Chlorkalkes, beim Bleichen der Papiermasse und zum Leimen derselben. Das sogenannte Löthsalz ist eine Verbindung von Chlorzink mit Salmiak; in Lösung als Löthwasser erhält man es durch Auflösen von 10 Grm. Zink in starker Salzsäure und Zusetzen von 10 Grm. Salmiak. Zinkoxychlorür, dadurch erhalten, dass man in flüssiges Chlorzink (oder Eisen- oder Manganchlorür) Zinkweiss (Zinkoxyd)

einrührt, ist in neuerer Zeit als plastische Masse (Metallkitt, Zahnkitt) vorgeschlagen worden.

Das Kadmium.

($Cd = 112$; spec. Gew. $= 8,6$.)

Das Kadmium, ein seltener vorkommendes und technisch noch wenig benutztes Metall, ist ein fast steter Begleiter des Zinkes in den Zinkerzen, besonders in dem schlesischen Galmei, aber auch in der Zinkblende. Das Kadmium steht hinsichtlich seiner Eigenschaften in der Mitte zwischen Zinn und Zink; es ist zinnweiss, stark glänzend, dehnbar und hämmerbar und verliert an der Luft nach und nach seinen Glanz. Es hat ein spec. Gewicht von 8,6—9,05, schmilzt bei 360°, siedet bei 860° und lässt sich leicht destilliren. In den Handel kommt es gewöhnlich in 60—80 Grm. schweren Stäben. Schlesischer Galmei enthält bis 5 Proc. und darüber, Galmei von Wiesloch über 2 Proc., Zinkblende vom Oberharz 0,35—0,79 Proc., Blende von Przibram 1,78 Proc., von Eaton in Nordamerika 3,2 Proc. Kadmium. Der Kadmiumgehalt dieser Erze concentrirt sich in dem bräunlichen Rauche, der im Anfang der Zinkdestillation sich zeigt. Mit Blei, Zinn und Wismuth bildet es Wood's Legirung. Eine Legirung von 3 Th. Kadmium, 4 Th. Zinn, 15 Th. Wismuth und 8 Th. Blei schmilzt schon bei 70°. Sie findet als Metallkitt Verwendung. Von den Kadmiumpräparaten findet nur das Schwefelkadmium (CdS) als gelbe Malerfarbe (*Jaune brillant*) und in der Feuerwerkerei zur Erzeugung von blauem Feuer Anwendung. Für die Zwecke der Fabrikation von Toilettenseifen kommt das Schwefelkadmium mit Oel abgerieben *en pâte* vor.

Das Antimon.

($Sb = 122$; spec. Gew. $= 6,71$.)

Das Antimon (Spiessglanz, Spiessglas) findet sich am häufigsten mit Schwefel verbunden als Grauspiessglanzerz oder Antimonglanz mit 71,5 Proc. Antimon (Sb_2S_3). Auch findet sich das Antimon als Antimonoxyd und zwar in den beiden Mineralien Valentinit (rhombisch) und Senarmontit (tesseral); letzteres kommt in grosser Menge bei Constantine (in Algerien) und auf Borneo vor.

Man gewinnt es, indem man das Grauspiessglanzerz (Schwefelantimon) aus den Erzen ausschmilzt. Das Ausschmelzen geschieht in Tiegeln, deren Boden durchlöchert sind und die auf kleineren Tiegeln stehen, die rund herum von heissem Sand oder Asche umgeben sind. Zu beiden Seiten der Tiegel sind Mauern mit Zuglöchern aufgeführt. Am schnellsten lässt sich die Aussaigerung des Schwefelantimons bewerkstelligen, wenn man das Antimonerz unmittelbar auf den geneigten Herd eines Flammenofens bringt und dafür sorgt, dass das aussaigernde Schwefelantimon von dem tiefsten

Punkte des Herdes durch eine Rinne nach einem ausserhalb des Ofens befindlichen Recipienten fliesst.

Das metallische Antimon stellt man aus dem Schwefelantimon auf zweierlei Weise dar, entweder röstet man das ausgesaigerte Schwefelantimon oder man zersetzt es durch angemessene Zuschläge. Zur Gewinnung des Antimons mittels der Röstarbeit wird das Schwefelantimon auf der Sohle eines Flammenofens unter beständigem Umrühren geröstet, bis es zum grössten Theil in antimonsaures Antimonoxyd übergeführt worden ist. Das geröstete Produkt, die Spiessglanzasche, wird in Tiegeln reducirt. Zur Reduction würde schon Erhitzen allein genügen, da das Röstgut immer unzersetztes Schwefelantimon enthält, da sich aber Antimonoxyd verflüchtigen würde, wenn man keine Decke anwendete, so vermischt man die Spiessglanzasche mit rohem Weinstein oder Kohle und kohlensaurem Natron. Zur Reduction genügt starke Rothglühhitze. Man lässt den Regulus langsam unter der Schlackendecke erstarren, damit er jene sternförmig krystallinische Oberfläche erhalte, welche man im Handel begehrt. Zweckmässig entfernt man den Schwefel aus dem Schwefelantimon durch Eisen. Durch die alleinige Anwendung des Eisens ist der Erfolg der Zersetzung ein ungünstiger, weil die Trennung des Schwefeleisens von dem Antimon wegen des fast gleichen specifischen Gewichtes beider Substanzen nur schwierig ausgeführt werden kann. Aus diesem Grunde und um der Schwefelverbindung ausser einem geringeren specifischen Gewicht grössere Leichtflüssigkeit zu geben, setzt man kohlensaures oder schwefelsaures Alkali hinzu. 100 Th. Schwefelantimon, 42 Th. Schmiedeeisen, 10 Th. calcinirtes schwefelsaures Natron und $3^1/_3$ Th. Kohle haben sich als passendes Verhältniss bewährt. Um zugleich einen arsenfreien Regulus zu erlangen, schmilzt man das nach der angegebenen Vorschrift erhaltene Antimon und zwar 16 Th. desselben, den man, wenn er noch nicht eisenhaltig genug ist, mit 2 Th. Schwefeleisen versetzen kann, mit 1 Th. Schwefelantimon und 2 Th. trockener Soda zusammen und erhält die Masse eine Stunde lang im Fluss. Den Regulus schmilzt man noch ein zweites Mal mit $1^1/_2$ Th. und ein drittes Mal mit 1 Th. Soda, bis die Schlacke hellgelb ist.

Das im Handel vorkommende Antimon ist niemals chemisch rein, sondern enthält Arsen, Eisen, Kupfer und Schwefel. Durch Schmelzen des Antimons mit Antimonoxyd reinigt man das Antimon; das Oxyd oxydirt dabei den Schwefel und das Eisen und wird in demselben Verhältniss reducirt. Das Antimon ist fast silberweiss mit einem Stich ins Gelbliche, besitzt starken Metallglanz und eine blätterig krystallinische Structur. Es krystallisirt ebenso wie das isomorphe Arsen und Wismuth in deutlichen Rhomboëdern, hat ein spec. Gewicht von 6,712 und schmilzt bei 430°. Beim Erstarren dehnt sich das geschmolzene Metall nicht aus. Es ist ziemlich feuerbeständig und beginnt erst in starker Weissglühhitze sich zu verflüchtigen. Es ist ausserordentlich spröde und nicht dehnbar und lässt sich sehr leicht in Pulver verwandeln. An Härte übertrifft es das Kupfer. Mit anderen Metallen vereinigt es sich leicht und ertheilt denselben im Allgemeinen Sprödigkeit. Zinn und Blei wird zuweilen durch Zusatz von etwas Antimon hart gemacht. Da das Antimon an der Luft ziemlich unverändert bleibt, so hat man jüngst den Vorschlag gemacht, Kupfer zum Schutze mit einer Schicht von Antimon zu überziehen. Das unter dem Namen Eisenschwarz vorkommende und zum Bronziren von Gyps- und Papiermachéfiguren, auch von

Zinkgussgegenständen angewendete Pulver, durch welches diese Figuren das Ansehen von blankem Stahl erhalten, ist fein zertheiltes Antimon, aus einer Antimonlösung durch Ausfällen mittels Zink erhalten.

Das Antimon wird in grösster Menge von den Schriftgiessern gebraucht. Das Schriftgiessermetall besteht aus 1 Th. Antimon und 4 Th. Blei, ausserdem häufig noch aus einer geringen Menge Kupfer oder Zinn.

Antimonpräparate.

Das Antimonoxyd (Sb_2O_3) durch Rösten von Schwefelantimon oder durch Fällen von Chlorantimonlösung mit kohlensaurem Natron, Auswaschen und Trocknen des Niederschlages dargestellt, ist neuerdings als Bleiweisssurrogat vorgeschlagen worden.

Das ausgesaigerte Schwefelantimon findet sich im Handel meist in der kegelförmigen Gestalt der Gefässe, in denen es erstarrt; es ist metallischglänzend, graphitfarben, sehr weich und auf dem Bruche strahlig krystallinisch. Es enthält gewöhnlich Eisen, Blei, Kupfer und Arsen. Es findet zum Ausbringen des Goldes aus goldhaltigem Silber, in der Thierarzneikunde, in der Feuerwerkerei und zur Bereitung der Zündpillen der Zündnadelgewehre Anwendung.

Das Neapelgelb, eine orangegelbe, sehr beständige Oel- und Schmelzfarbe, ist wesentlich antimonsaures Bleioxyd und wird auf folgende Weise dargestellt: Man mengt 1 Th. Brechweinstein (weinsaures Antimonoxyd-Kali) mit 2 Th. salpetersaurem Blei und 4 Th. Kochsalz, glüht das Gemenge bei mässiger Rohglühhitze zwei Stunden lang, so dass es schmilzt, und bringt die geglühte Masse nach dem Erkalten in Wasser, wo sie zu einem feinen Pulver zerfällt und das Kochsalz sich auflöst. Für Schmelzfarben wird das Neapelgelb, um es heller zu machen, mit Bleiglas zusammengeschmolzen. Neuerdings stellt man es durch Rösten eines Gemenges von antimoniger Säure mit Bleiglätte dar.

Der Antimonzinnober (Antimonoxysulfuret von der Formel $Sb_6S_6O_3$), ein dem Zinnober an Farbe ähnliches Präparat, wird erhalten, indem man unterschwefligsaures Natron auf Antimonchlorür und Wasser einwirken lässt; es bildet sich beim Erhitzen bis zum Sieden ein Niederschlag, der sich leicht absetzt, ausgewaschen und getrocknet wird. Er bildet ein carminrothes zartes Pulver von sammetähnlicher Beschaffenheit. Luft und Licht verändern ihn nicht. Er kann als Wasserfarbe wie als Oelfarbe Verwendung finden.

Das Arsen.

(As = 75; spec. Gew. = 5,6.)

Das Arsen findet sich in der Natur entweder gediegen oder mit Schwefel, Metallen und Schwefelmetallen verbunden. Das Arsen ist ein fester krystallinischer Körper von stahlgrauer glänzender Farbe. Man stellt es durch Sublimation des in der Natur vorkommenden gediegenen Arsens oder durch Erhitzen von Arsenkies

($FeS_2 + FeAs_2$) und Arsenikalkies (Fe_4As_6) dar oder auch durch Reduction des weissen Arsens (der arsenigen Säure). Es erscheint im Handel in schwarzgrauen, metallglänzenden Krusten und führt den Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt oder Näpfchenkobalt. Das reine Arsen findet nur selten Anwendung, man benutzt es bei der Fabrikation von Schrot und zur Darstellung des Weissfeuers.

Die arsenige Säure oder das weisse Arsen (As_2O_3) wird bei der Verarbeitung arsenhaltiger Erze in den Blaufarbenwerken, auf Zinn- und Silberhütten u. dgl. als Nebenprodukt gewonnen, indem man die arsenhaltigen Erze in Flammenöfen röstet und die sich entwickelnden Dämpfe durch Kanäle und Kammern leitet, um die arsenige Säure zu verdichten. Man erhält auf diese Weise die arsenige Säure in pulverförmigem Zustande als Arsen- oder Giftmehl; um sie zu raffiniren, wird dieses Pulver sublimirt. Das Sublimiren geschieht in eisernen Kesseln, auf welche man eiserne Ringe und auf diese eine Haube stellt, welche vermittelst der Röhren mit einer Kammer in Verbindung steht. Nachdem alle Fugen verstrichen worden sind, beginnt die Sublimation. Die Hitze muss dabei so gesteigert werden, dass die in der Kammer sich ansammelnde arsenige Säure weich zu werden beginnt; nach dem Erkalten erscheint sie als ein vollkommenes Glas (Arsenglas) mit muschligem Bruche, Glasglanz und Durchsichtigkeit, das mit der Zeit weiss, porcellanartig, opal- und wachsartig glänzend wird. Sie ist wie alle anderen Arsenpräparate im höchsten Grade giftig. Man benutzt die arsenige Säure in der Kattundruckerei, zur Reinigung des Glases während des Schmelzens, zur Darstellung von Arsenpräparaten (arsenigsaure Alkalien, Schweinfurtergrün und andere Kupferfarben), beim Ausstopfen von Thierbälgen, in Salzsäure gelöst zum Graubeizen von Messing und zuweilen zum Härten von Eisen u. s. w.

Die Arsensäure (H_3AsO_4), erhalten durch Kochen von arseniger Säure mit Salpetersäure (oder Königswasser) von 1,35 spec. Gewicht und Abdampfen der Lösung bis zur Trockne, oder durch Leiten von Chlorgas in Wasser, in welchem arsenige Säure sich suspendirt befindet, wird zuweilen anstatt der Weinsäure in der Zeugdruckerei und ausserdem in grosser Menge zur Bereitung gewisser Theerfarben, namentlich des Rosanilins oder Fuchsins, angewendet. Das saure arsensaure Natron, welches gegenwärtig in den Färbereien und Zeugdruckereien als Befestigungsmittel der Beizen, überhaupt als Surrogat des Kuhkothes Verwendung findet, wird durch längere Zeit fortgesetztes Erhitzen von arseniger Säure mit Natronsalpeter oder vortheilhafter durch Erhitzen eines Gemenges von trockenem arsenigsaurem Natron mit Natronsalpeter erhalten.

Unter den Schwefelungsstufen des Arsens sind es folgende zwei, die in der Technik Anwendung finden.

Realgar, rothes Arsen, Arsenrubin, Rubinschwefel, Rauschroth (As_2S_2) kommt schon in der Natur auf Erzgängen krystallinisch oder in deutlichen Krystallen vor und wird künstlich dargestellt, indem man Schwefel mit überschüssigem Arsen oder arseniger Säure zusammenschmilzt, oder im Grossen Arsenkies mit Schwefelkies der Destillation unterwirft. Realgar erscheint als rubinrothe Masse von muschligem Bruche, die mit salpetersaurem Kali gemengt und angezündet unter Verbreitung eines weissen glän-

zenden Lichtes verbrennt. Auf dieser Eigenschaft beruht seine Anwendung zu Weissfeuer; der Satz dazu besteht aus 24 Th. Salpeter, 7 Th. Schwefel und 2 Th. Realgar; das unter dem Namen indisches Feuer zu trigonometrischen Signalen benutzte Licht erhält man durch Verbrennen von metallischem Arsen in einem Strom von Sauerstoffgas.

Operment, Auripigment, Rauschgelb (As_2S_3) findet sich ebenfalls in der Natur und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit arseniger Säure oder Realgar, oder durch Destillation von einer entsprechenden Mischung von Arsenkies und Schwefelkies dargestellt. Es erscheint in derben, hellorangegelben, durchsichtigen Massen, die fast stets arsenige Säure enthalten, so dass das auf trockenem Wege dargestellte gelbe Schwefelarsen vielleicht (analog dem Antimonzinnober) als ein Arsenoxysulfuret betrachtet werden kann. Auf nassem Wege (Königsgelb) erhält man es durch Fällen einer salzsauren Lösung von arseniger Säure mit Schwefelwasserstoffgas, oder durch Zersetzen von Schwefelarsen-Schwefelnatrium mit verdünnter Schwefelsäure. Man benutzt es in der Färberei als Reductionsmittel des Indigs und zur Darstellung des Rusmas; letzteres besteht aus 9 Th. Kalk und 1 Th. Operment mit etwas Wasser zu einem Teig gemacht. Es wird von den Orientalen als Enthaarungsmittel angewendet, lässt sich aber zweckmässig durch das Calciumsulfhydrat, erhalten durch Leiten von Schwefelwasserstoffgas in Kalkbrei, bis letzterer eine graublaue Farbe angenommen hat, ersetzen.

Das Quecksilber.

(Hg = 200; spec. Gew. = 13,5.)

Das Quecksilber gehört zu den seltener vorkommenden Metallen. Die wichtigsten Vorkommnisse sind: 1) Gediegen Quecksilber, kommt fast in allen Quecksilberbergwerken, doch meist nur in geringer Quantität, in Gestalt von Tröpfchen vor, die in den Höhlungen des porösen Gesteines haften. 2) Zinnober (HgS mit 86,29 % Quecksilber). Die ausgezeichnetsten Fundorte des Zinnobers sind Almaden und Almadenejas in Spanien, wo er schon im Alterthume gewonnen wurde, und Idria in Krain. Der Zinnober (welcher auch die Namen Stahlerz, Korallenerz, Ziegelerz führt) ist das Hauptquecksilbererz. Hierbei verdient auch das Quecksilberlebererz Erwähnung, ein unreiner, mit vielen thonigen und bituminösen Theilen gemengter Zinnober oder auch ein zinnober- und paraffinreicher Kohlenschiefer.

Die Gewinnung des Quecksilbers aus dem Zinnober geschieht

1) durch Rösten und zwar in Schachtöfen, wobei die Verdichtung der Quecksilberdämpfe in gemauerten oder eisernen Kammern vor sich geht, wie in Idria, oder in röhrenartig zusammengefügten Thongefässen (Aludeln), wie zu Almaden in Spanien;

2) durch Zerlegen des Zinnobers in geschlossenen Räumen durch Zuschläge, wie durch Eisenhammerschlag oder durch Kalk, wie in Böhmen und in der Pfalz.

Das Quecksilber ist metallglänzend, zinnweiss, bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig, bei —39,5° wird es fest, dehnbar, es siedet bei 360°. Sein spec. Gewicht = 13,5. Es verbindet sich mit vielen Metallen und bildet mit denselben die Amalgame, es verbindet sich leicht mit Blei, Wismuth, Zink, Zinn, Silber, Gold, schwer mit Kupfer, nicht mit Eisen, Nickel, Kobalt und Platin. Auf dieser Eigenschaft, sich mit den meisten Metallen zu verbinden, beruht seine Anwendung zur Scheidung einiger Metalle, wie des Goldes und Silbers von den Erzen (Amalgamation, Verquickung); man benutzt Amalgame zum Spiegelbelegen, zur Feuervergoldung, für das Reibzeug der Elektrisirmaschinen. Das Quecksilber findet ferner Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Darstellung der Secretage für Hutmacher (einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure), zur Fabrikation des Sublimats, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w. Für die Naturwissenschaft ist das Quecksilber ganz unentbehrlich. Ohne dasselbe würde die Gasometrie noch wenig ausgebildet sein und die Wärmelehre, sowie die Lehre vom Luftdruck noch auf einem niedrigen Standpunkte sich befinden. Neuerdings ist gefunden worden, dass durch geeigneten Natriumzusatz zum Quecksilber das Auflösungsvermögen desselben für gewisse Metalle (besonders Gold und Silber) beträchtlich erhöht wird. Ferner ist die Beobachtung gemacht worden, dass Natrium das Quecksilber in einen starren Körper überführt, der mit Leichtigkeit und ohne die Anwendung geeigneter Gefässe transportirt und durch Digestion mit schwefelsäurehaltigem Wasser leicht wieder vom Natrium getrennt werden kann.

Die Quecksilberproduction ist gegenwärtig (1874) folgende:

Spanien	25,000	Centner
Californien	60,000	„
Peru	3200	„
Oesterreich-Ungarn, Deutsches Reich, Frankreich	2600	„
Italien	700	„
	91,500	Centner.

Quecksilberpräparate.

Das Quecksilberchlorid (Sublimat), $HgCl_2$ wird durch Sublimation eines Gemenges von schwefelsaurem Quecksilber mit Kochsalz oder auf nassem Wege durch Auflösen von Quecksilberoxyd in Salzsäure, oder endlich durch Kochen einer Chlormagnesiumlösung mit Quecksilberoxyd dargestellt. Im sublimirten Zustande bildet es eine weisse krystallinische Masse, die bei 260° schmilzt, bei 290° siedet, sich in 13,5 Th. Wasser von 20° und in 1,85 Th. Wasser von 100°, ferner in 2,3 Th. kaltem und in 1,18 Th. sieden-

dem Alkohol auflöst. Das Quecksilberchlorid findet Anwendung zum Conserviren von Holz (Kyanisiren), zur Bereitung von Anilinroth, im Zeugdruck als Reservage, zum Stahlätzen und zur Darstellung anderer Quecksilberpräparate. Als Holzconservationsmittel hat man die Verbindung $HgCl_2$, 2KCl, die man durch Kochen von Carnallit mit Quecksilberoxyd erhält, in Vorschlag gebracht.

Der Zinnober (Schwefelquecksilber, Quecksilbersulfid) HgS kommt, wie schon erwähnt, in der Natur als natürlicher Zinnober in rothen derben Massen, oder in durchsichtigen rothen Krystallen vor. Man stellt jedoch den Zinnober, um ihm als Farbematerial anzuwenden, stets künstlich und zwar auf trockenem Wege und auf nassem dar. Auf trockenem Wege erhält man den Zinnober, indem man 540 Th. Quecksilber mit 75 Th. Schwefel innig mengt und das entstandene schwarze Pulver in eisernen Gefässen bei mässigem Feuer bis zum Schmelzen, und darauf in irdenen, nur lose verstopften Gefässen im Sandbade erhitzt. Die sublimirte Masse erscheint cochenillerothglänzend, im Bruche faserig; sie giebt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver, den präparirten Zinnober, dessen Farbe um so schöner ist, je reiner die Materialien und je freier die schwarze Verbindung von überschüssigem Schwefel war. Auf nassem Wege erhält man den Zinnober, indem man weissen Präcipitat (den man durch Fällen einer Auflösung von Quecksilbersublimat mit Ammoniak erhält) mit einer Auflösung von Schwefel in Schwefelammonium digerirt. Nach einigen Stunden nimmt die Masse eine rothe Farbe an; sie wird auf Filtern gesammelt, gewaschen und getrocknet. — Der im Handel vorkommende Zinnober ist häufig mit Mennige, Eisenoxyd und Chromzinnober verfälscht; beim Erhitzen bleiben diese Substanzen zurück. Mennige, das gewöhnlichste Verfälschungsmittel des Zinnobers, lässt sich auch dadurch nachweisen, dass ein mit Mennige verfälschter Zinnober beim Ueberziehen mit Salpetersäure — in Folge von Bleisuperoxydbildung — braun wird und mit Salzsäure behandelt Chlorgas entwickelt. Reiner Zinnober ist in Natriumsulfhydrat leicht und vollkommen löslich.

Das Knallquecksilber oder knallsaure Quecksilber ($C_2Hg_2N_2O$) besteht in 100 Theilen aus 77,06 Th. Quecksilberoxyd und 23,94 Th. Knallsäure. Es wird im Grossen auf folgende Weise dargestellt. Man löst bei gelinder Wärme 2 Pfd. Quecksilber in 10 Pfd. Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht und versetzt die Lösung mit noch 10 Pfd. Salpetersäure. Die Flüssigkeit wird in sechs tubulirte Retorten vertheilt und in jede Retorte zu der noch warmen Flüssigkeit 10 Liter Alkohol von 0,833 spec. Gewicht zugegossen. Misst man Quecksilber, Salpetersäure und Alkohol, so

nimmt man auf 1 Volumen Quecksilber $7^1/_2$ Volumen Salpetersäure und 10 Volumen Alkohol. Nach Verlauf von einigen Minuten beginnt eine grosse Menge Gas sich zu entwickeln, und es bildet sich ein weisser Niederschlag, der auf einem Filter gesammelt und zur Entfernung der Säure mit kaltem Wasser gewaschen wird. Das Filter wird darauf mit dem Niederschlage auf einem Kupferbleche oder auf einer Porcellanplatte, welche durch Wasserdampf nicht bis zu 100° erwärmt wird, ausgebreitet und getrocknet. Aus 100 Th. Quecksilber erhält man auf diese Weise 118—128 Th. Knallquecksilber; nach der Theorie müsste man 142 Th. erhalten. Der getrocknete Niederschlag wird in kleine Partien getheilt und eine jede derselben in Papier eingeschlagen, besonders aufbewahrt. Das knallsaure Quecksilber bildet weisse, durchsichtige Krystallnadeln, die bis zu 186° erhitzt oder heftig gestossen mit starkem Knalle detoniren. Vorzüglich leicht explodirt das Knallquecksilber auf Eisen, wenn es mit einem eisernen Instrumente geschlagen wird. Mit 30 Proc. Wasser gemischt, lässt es sich ohne Gefahr auf einer Marmortafel mit einem hölzernen Pistill fein reiben.

Das Knallquecksilber wird bekanntlich in grosser Menge zum Füllen der Zündhütchen gebraucht. Die Zündhütchen sind aus dünn gewalztem Kupferblech gefertigt, die, um das Auseinanderspringen während des Entzündens zu vermeiden, häufig an den Seiten gespalten sind. Um die Zündhütchen zu füllen, reibt man 100 Th. Knallquecksilber auf Marmortafeln mit Reibern oder Walzen aus Buchsbaumholz mit 30 Th. Wasser fein und setzt zu dem Brei 50 Th. Salpeter, oder 62,5 Th. Salpeter und 29 Th. Schwefel, oder 60 Th. Mehlpulver. Der nasse Brei wird auf Papierunterlagen getrocknet und vermittelst Haarsieben gekörnt. Die Körner werden auf Papier ausgebreitet und in flachen Holzkästen getrocknet. Auf das in das Zündhütchen gelegte Korn des Zündpulvers wird in einigen Fabriken ein kleines Kupferplättchen gelegt, das fest auf die Zündmasse aufgepresst wird. Andere Fabriken überkleiden das Korn mit einer weingeistigen Lösung von Schellack, Mastix oder Sandarak, welche aber wegen der oxydirenden Einwirkung auf das Kupfer zu verwerfen sind; am zweckmässigsten ist eine Auflösung von Mastix in Terpentinöl. Derselbe wird in dem Hütchen mit eiuer Harzauflösung befestigt und zum Schutze vor der Feuchtigkeit mit dieser Lösung überzogen. Obgleich das Knallquecksilber weit schneller explodirt als das Schiesspulver, so geschieht doch die Explosion langsam genug, um ein Projectil fortschleudern zu können. Auf diesem Umstande beruht die Möglichkeit, mit Zündhütchen ohne Pulver zu schiessen.

Das Platin.

(Pt = 197,4; spec. Gew. = 21,0—23,0.)

Das Platin findet sich nur gediegen und zwar in geringer Menge in dem Platinerze, das besonders in Südamerika (Columbia, Peru, Brasilien) im aufgeschwemmtem Lande und am Ural in Form kleiner, rundlicher, metallglänzender, stahlgrauer Körner vorkommt. Dass das Platin überhaupt viel allgemeiner verbreitet sei, als man

früher annahm, geht aus den Untersuchungen M. v. Pettenkofer's hervor, in welchen nachgewiesen wird, dass alles Silber, das nicht direct aus einer Scheidung herrührt, einen geringen Platingehalt habe. Die unter dem Namen Platinerz, gediegen Platin, rohes Platin, in dem Handel vorkommenden Erze sind Gemenge von Platin mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Eisen, Kupfer und Blei, und enthalten ausserdem gewöhnlich noch Körner von Osmium-Iridium, Gold, Chromeisen, Titaneisen, Spinell; Zirkon und Quarz. Nach der Zerstörung der Gebirgsmassen, in denen es enthalten war, ist es von den Fluthen fortgerissen worden.

Das Platin wird aus den Erzen auf folgende Weise gewonnen. Nach dem Waschen werden dieselben bis zum Rothglühen erhitzt und darauf mit Salzsäure behandelt. Dann übergiesst man diese Erze mit kaltem Königswasser, um das Gold zu entfernen, filtrirt ab und behandelt den Rückstand in einer Retorte von Neuem mit Königswasser. Die abdestillirte Flüssigkeit enthält Osmiumsäure, der ungelöste Rückstand Osmium-Iridium, Ruthenium, Chromeisenstein und Titaneisen, während in der Flüssigkeit Palladium, Platin, Rhodium und eine geringe Menge Iridium enthalten sind. Diese Lösung wird neutralisirt und mit einer Lösung von Cyanquecksilber versetzt, wodurch das Palladium als Cyanpalladium ausgeschieden wird. Die vom Cyanpalladium abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Abdampfen concentrirt und mit einer gesättigten Lösung von Salmiak versetzt, wodurch Platinsalmiak mit einer Spur Iridium gefällt wird. Behufs der technischen Anwendung ist diese geringe Beimischung des Platins vortheilhaft zu nennen, da es dem Platin die zum Verarbeiten nöthige Härte ertheilt. Der Platinsalmiak wird getrocknet und geglüht, wodurch das metallische Platin als schwammige Masse, als Platinschwamm, zurückbleibt. Der Platinschwamm wird in eisernen Cylindern, die mit stählernen Kolben versehen sind, bei der Rothglühhitze zusammengepresst und diese Operation so lange wiederholt, bis das Platin das Ansehen von geschmolzenem Platin hat und zum Verarbeiten hinreichend compact ist. Das vorzüglichste Verfahren der Gewinnung des Platins aus dem Platinerze ist das von H. Deville und H. Debray im Jahre 1859 angegebene, welches darauf beruht, dass das Blei alle Metalle des Platinerzes auflöst, mit alleiniger Ausnahme des Osmium-Iridiums und des Eisens. Man schmilzt das Platinerz in einem Flammenofen mit dem gleichen Gewicht Bleiglanz zusammen (wobei das Eisen einen Theil des Bleiglanzes zersetzt und daraus metallisches Blei abscheidet) und erhält dadurch einen Regulus, auf dessen Grund das Osmium-Iridium sich befindet, während auf dem Regulus eine Bleischlacke schwimmt. Der platinhaltige Regulus wird hierauf auf dem Treibherde abgetrieben, wobei alle fremden Metalle sich verflüchtigen oder sich in die Herdmasse ziehen, während das zurückbleibende Platin durch Umschmelzen in Kalktiegeln gefeint wird.

Das Platin ist ein fast silberweisses, doch etwas in's Stahlgraue gehendes, sehr glänzendes, hämmer- und streckbares Metall, das so weich ist, dass es mit der Scheere geschnitten werden kann. Es lässt sich zu fast mikroskopischen Drähten ausziehen; zu diesem Behufe überzieht man einen

Platindraht mit Silber und lässt das Stück durch die Drahtstrecke gehen; wenn der Draht möglichst fein ausgezogen ist, behandelt man denselben mit Salpetersäure, die das Silber löst, das Platin aber unangegriffen lässt. Das spec. Gewicht des Platins ist 21,0—23,0. Es lässt sich schweissen und im Knallgasgebläse schmelzen. Sein Schmelzpunkt liegt bei 1460—1480°. Man kennt das Platin als Platinschwamm, als Platinmohr und als gehämmertes und geschmolzenes Platin. Platinschwamm und Platinmohr haben beide die Eigenschaft, Gase und besonders Sauerstoff in ausserordentlich bedeutender Menge in ihren Poren aufzunehmen; kommt daher Wasserstoffgas mit diesen Körpern zusammen, so verbindet sich derselbe mit dem Sauerstoff unter Mitwirkung des Platins als prädisponirenden Körpers zu Wasser. Diese Verbindung geht aber unter so grosser Wärmeentwickelung vor sich, dass das Platin ins Glühen kommt. Der darauf geleitete Wasserstoff wird deshalb entzündet. Auf den eben beschriebenen Vorgang gründet sich das Döbereiner'sche Wasserstofffeuerzeug. Der Platinmohr ist höchst fein zertheiltes Platin, als schwarzes Pulver erscheinend, das man entweder darstellt, indem man schwefelsaures Platinoxyd mit kohlensaurem Natron und Zucker kocht, wodurch das Platinmohr als schwarzes Pulver zu Boden fällt, oder indem man Zink mit Platin zusammenschmilzt und die Legirung mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der Platinmohr besitzt die Eigenschaft, Sauerstoff zu absorbiren in noch höherem Grade als der Platinschwamm, er dient zur Erzeugung von Essig aus Alkohol. Das gehämmerte Platin kann durch Austreiben oder auch durch Schmelzen und Giessen verarbeitet werden. Es dient zur Anfertigung vieler chemischer und technischer Apparate, die durch hohe Temperatur und die meisten Agentien nicht angegriffen werden. Man fertigt aus dem Platin Bleche, Drähte, Tiegel, Löffel, Löthrohrspitzen, Blitzableiterspitzen, Retorten, Zangen, Kessel für Affinirwerkstätten und Schwefelsäurefabriken; man benutzt es ferner zur Construktion galvanischer Elemente, zu Senflöffeln, zu Galanteriewaaren, Uhrketten, Dosen, zu Glühlampen und zum Ueberziehen von Kupferschalen, Porcellan, Steingut und Glas. In der neueren Zeit hat man das Platin auch in der Porcellanmalerei zur Hervorrufung eines grauen Tones angewendet. Das Platin schmilzt leicht mit den meisten Metallen zusammen. Wichtig ist eine von Deville dargestellte Legirung aus 78,7 Th. Platin und 21,3 Th. Iridium, welche fast nicht von Königswasser angegriffen wird und zugleich hart und hämmerbar ist. Legirungen mit 10—15 Proc. Iridium widerstehen den Reagentien und dem Feuer weit besser als Platin, sie sind strengflüssiger als letzteres, dabei härter und daher die aus ihnen gefertigten Gefässe nicht so leicht aus der Form zu bringen. Auch eine Legirung von 92 Th. Platin, 5 Th. Iridium und 3 Th. Rhodium widersteht den Agentien besser als Platin.

Die jährliche Ausbeute an Platin beträgt

in Südamerika (Columbien, Brasilien, Peru) . . .	8,5 Centner
auf Borneo .	2,5 „
am Ural .	45,0 „
	56 Centner.

Das Silber.

(Ag = 108; spec. Gew. 10,5—10,7.)

Das Silber kommt in der Natur ziemlich häufig, und zwar theils gediegen (meist goldhaltig), theils mit Arsen, Antimon, Tellur und Quecksilber verbunden, theils als Schwefelmetall mit anderen Sulfureten vereinigt, selten als Oxyd an Säuren gebunden vor.

Die am häufigsten vorkommenden Silbererze sind: Das Silberglaserz oder der Silberglanz, das Dunkel-Rothgültigerz, das lichte Rothgültigerz, der Miargyrit, das Sprödglaserz, der Polybasit und das Weissgültigerz. Ausserdem findet sich das Silber sehr häufig im Bleiglanz, dessen Silbergehalt gewöhnlich zwischen 0,01—0,03 Proc. schwankt, zuweilen 0,5, selten 1,0 Proc. erreicht, in den Kupfererzen: Kupferglanz, Kupferkies und Buntkupfererz mit 0,020—1,101 Proc. Silbergehalt, in den Fahlerzen, in den Zinkerzen: Zinkblende und Galmei u. s. w.

Die Gewinnung des Silbers kann auf sehr verschiedene Weise geschehen. Die wichtigeren der Gewinnungsmethoden sind folgende: Der Amalgamationsprocess wird nur bei sehr silberarmen Erzen (aber auch bei silberhaltigem Kupferstein, bei Speise etc.) angewendet. Das in Europa gebräuchlich gewesene Verfahren ist folgendes: Man setzt zu den zu amalgamirenden Erzen 10 Proc. Kochsalz und röstet das Gemenge, um Antimon und Arsen zu verflüchtigen, welche im oxydirten Zustande in besonderen Räumen aufgefangen werden. Durch die gegenseitige Einwirkung des Kochsalzes und gerösteten Schwefelkieses, aus welchem durch das Rösten schwefelsaures Eisenoxyd geworden, entstehen schwefelsaures Natron, Eisenchlorid und entweichende schweflige Säure. Das Eisenchlorid giebt sein Chlor an das Silber ab und bleibt als Eisenoxyd zurück. Ferner haben sich gebildet schwefelsaures Kupfer, schwefelsaures Eisen, welche den noch unveränderten Theil des Schwefelsilbers zu schwefelsaurem Silber oxydiren, während sie selbst zu Oxydulsalzen reducirt werden. Durch die Einwirkung des noch unveränderten Kochsalzes bildet sich Chlorsilber und schwefelsaures Natron. Die übrigen vorhandenen Metalle werden ebenso wie das Silber in Chlormetalle verwandelt. Die braune Masse wird nach beendigtem Rösten gemahlen und auf die Amalgamirfässer gebracht, in denen sie mit Wasser, Eisenstückchen und Quecksilber gemengt 16—18 Stunden lang herumgedreht wird. Durch das Eisen werden alle vorhandenen Metalle regulinisch ausgeschieden, während sich das frei gewordene Chlor mit dem Eisen zu Eisenchlorür verbindet. Die reducirten Metalle verbinden sich mit dem Quecksilber zu Amalgam.

Nach beendigtem Rotiren sammelt sich das Amalgam am unteren Theile der Fässer an und wird durch den nach unten gerichteten Spund abgelassen. Das ablaufende Amalgam fliesst durch einen zwillichenen Sack in steinerne Tröge, das Silberamalgam concentrirt sich in dem Sacke,

während das flüssige Quecksilber abläuft. Zur Trennung des überschüssigen Quecksilbers vom Silberamalgam wird der Sack darauf zugeschnürt und zwischen Brettern ausgepresst. Das in dem Sacke zurückbleibende feste Amalgam wird zum Ausglühen auf eiserne Teller gebracht, welche in der Mitte einen hohlen Dorn haben, so dass ein Teller auf den anderen gesetzt werden kann. Der unterste Teller ist auf einer eisernen Stange befestigt, die in der Mitte eines mit Wasser angefüllten Kastens steht, das Ganze wird mit einer eisernen Glocke bedeckt, so dass der innere Raum luftdicht abgesperrt ist. Durch ein ausserhalb der Glocke befindliches Kohlenfeuer wird das Quecksilber aus dem Amalgam dampfförmig ausgetrieben, das, keinen Ausweg findend, in dem Wasser des Kastens sich condensirt. Das Silber bleibt nebst den anderen in dem Amalgam enthaltenen Metallen auf den eisernen Tellern zurück. Es heisst in diesem Zustande Tellersilber. In der neueren Zeit hat man die Benutzung gespannter Wasserdämpfe zur Destillation des Quecksilbers aus dem Amalgam empfohlen. Um es von dem grössten Theile der fremden Metalle zu befreien, wird das Tellersilber in Graphittiegeln, mit Kohlenpulver bestreut, noch einmal umgeschmolzen. Selbst nach dem Umschmelzen (Raffinatsilber) enthält es aber noch 50—75 Grm. Kupfer auf die Mark, von welchem es durch Abtreiben oder durch Affiniren befreit wird.

Gegenwärtig wendet man zur Silbergewinnung häufig den nassen Weg an. Eine der ältesten dieser Methoden ist die von Augustin — die sogenannte Kochsalzlaugerei —; dieselbe gründet sich auf die Bildung eines leicht löslichen Doppelchlorürs, wenn Chlorsilber mit einer überschüssigen concentrirten Lösung von Kochsalz in der Wärme zusammengebracht wird, und auf die Fähigkeit des Kupfers, aus der concentrirten Lösung dieser Verbindung das Silber vollständig abzuscheiden. Die in ein Mehlpulver verwandelten, wesentlich aus Schwefelkupfer, Schwefelsilber und Schwefeleisen bestehenden Kupfersteine werden zuerst ohne Kochsalz geröstet, dadurch bildet sich zuerst Eisenvitriol, dann Kupfervitriol und zuletzt bei höherer Temperatur Silbervitriol, wobei schon aller Eisenvitriol und ein grosser Theil des Kupfervitriols bereits zersetzt ist, so dass das Röstgut nach Beendigung des Vorröstens aus Eisenoxyd, Kupferoxyd, kleinen Mengen von Kupfervitriol besteht. Darauf wird durch fortgesetztes Rösten mit Kochsalz der Silbervitriol in Chlorsilber übergeführt. Das Röstgut wird mit heisser concentrirter Kochsalzlösung ausgezogen, wobei das Chlorsilber gelöst wird. Aus der Flüssigkeit scheidet man durch metallisches Kupfer das Silber und aus der sich bildenden kupferchlorürhaltigen Lauge das Kupfer durch Eisen ab. Die Ziervogel'sche Silberextraktionsmethode oder die Wasserlaugerei geht anfangs denselben Weg wie die Methode Augustin's, trennt sich von derselben aber insofern, als beim Rösten kein Kochsalz zugegeben wird. Das Röstgut, wesentlich aus Silbervitriol, wenig Kupfervitriol, viel Kupferoxyd und Eisenoxyd bestehend, wird mit heissem Wasser ausgezogen, welches den Silber- und den Kupfervitriol auflöst. Aus dieser Lösung wird das Silber durch metallisches Kupfer niedergeschlagen und als Nebenprodukt Kupfervitriol erhalten. Man extrahirt zuweilen auch das Chlorsilber aus dem Röstgut mittels unterschwefligsauren Natrons.

Die in den Schwefelsäurefabriken zur Darstellung der schwefligen Säure verwendeten Schwefelkiese enthalten meist Kupfer, weshalb, wie

Seite 8 angegeben, die Röstrückstände (Kiesabbrände) in neuester Zeit in England ein wichtiges Material für Kupfergewinnung geworden sind. Das in den Abbränden enthaltene Silber wurde nicht unberücksichtigt gelassen. Neuerdings ist es nun dem Metallurgen F. Claudet in London gelungen, das in den Röstrückständen enthaltene Silber ökonomisch vortheilhaft zu gewinnen. Nach dem patentirten Verfahren des Genannten wird das Silber, welches in der Lauge in Form von Chlorsilber-Chlornatrium sich befindet, vor der Fällung des Kupfers in Gestalt von Silberjodid abgeschieden. Der Niederschlag enthält ausser Jodsilber Kupferchlorür und Kupferoxychlorid, ferner geringe Mengen von Blei und basischem Eisenoxydsalz; man behandelt ihn mit Salzsäure, um die Kupferverbindungen zu lösen, und erhitzt ihn hierauf mit Wasser und metallischem Zink, wodurch metallisches Silber sich ausscheidet und lösliches Jodzink sich bildet, welches zum Fällen neuer Silbermengen dient. Das Jod findet somit immer von Neuem wieder Verwendung. Vielleicht lässt sich das Jod hierbei durch das weit wohlfeilere Brom ersetzen.

In einzelnen Fällen werden die Silbererze behufs der Silbergewinnung der Bleiarbeit unterworfen. Das Wesentliche derselben besteht darin, dass man die zu entsilbernden Substanzen mit geschmolzenem Blei behandelt. Es resultirt ebenso wie beim Zugutemachen von silberhaltigem Bleiglanz silberhaltiges Werkblei.

Die Entsilberung des Werkbleies kann geschehen

α) durch Treiben (oder Abtreiben). Dasselbe wird auı Treibherden mit dem silberhaltigen Blei sowol auf den Silberhüttenwerken, als auf den Bleihüttenwerken vorgenommen. Es beruht darauf, dass das oxydirbare Blei von den nicht oder nur schwer oxydirbaren Metallen, mit denen es gemischt ist, durch einfache oxydirende Schmelzung abgeschieden wird, indem man dafür sorgt, dass das entstehende Bleioxyd theils abgezogen wird, theils in die Poren des Treibherdes sich einzieht. Die dadurch sich stets erneuernde Oberfläche des Metallbades wird so lange oxydirt, als die Metalllegirung noch Blei enthält, bis zuletzt das Silber im reinen Zustande zurückbleibt. Die Treibarbeit wird bei gesteigerter Temperatur so lange fortgesetzt, bis sich das auf dem Herde zurückgebliebene Silber nur noch mit einer dünnen Schicht von Bleiglätte überzieht, die ebenso schnell zu verschwinden scheint, als sie entsteht. Das Entstehen und Verschwinden des Häutchens giebt sich durch ein Farbenspiel, das Blicken des Silbers, zu erkennen. Sobald diese Erscheinung wahrgenommen wird, hört man mit dem Feuern auf, kühlt das Blicksilber durch Besprengen mit Wasser und hebt es aus dem Ofen. Das abfliessende flüssige Bleioxyd erstarrt beim Erkalten zu einer blättrig krystallinischen Masse von gelber oder röthlich gelber Farbe, Bleiglätte.

β) Durch Pattinsoniren. Das Pattinsoniren, so wie es gegenwärtig ausgeführt wird, gründet sich auf die Erscheinung, dass, wenn man eine hinreichende Menge von silberhaltigem Blei in einem eisernen Kessel einschmilzt und die flüssige Masse gleichmässig sich abkühlen lässt, in derselben sich kleine Krystalle (Octaëder) bilden, deren Menge fortwährend zunimmt. Werden diese Krystalle mit Hülfe eines durchlöcherten Löffels herausgeschöpft und untersucht, so findet man, dass sie weit ärmer an Silber sind als die ursprüngliche Legirung, während in dem flüssig gebliebenen Theile das Silber sich concentrirt hat. Schmilzt man diese Krystalle und

verfährt auf gleiche Art, so bilden sich von Neuem Krystalle, die abermals silberärmer sind als die früheren. Die ersten Anschüsse sind die silberärmsten, die späteren werden immer silberreicher. Das einer Reihe derartiger Separationen unterworfene Blei ist nach Beendigung der Arbeit in einen kleinen und reichen Theil, Reichblei (mit 0,5—1,5 Proc. Silber) und einen grössern, sehr silberarmen Theil, Armblei (mit 0,001—0,003 Proc. Silber) getrennt worden. Das Reichblei wird abgetrieben.

γ) Die Entsilberung des Werkbleies durch Zink, auf Versuche von Karsten (1841) sich stützend, ist im Jahre 1850 von Parkes in Vorschlag gebracht, in jüngster Zeit aber erst durch Roswag, Cordurié (in Toulouse) u. A. ausgebildet und in die Praxis eingeführt worden. Diese Methode, die, nach dem gegenwärtigen Standpunkte zu urtheilen, das Pattinsoniren vollständig verdrängen wird, gründet sich darauf, dass 1) Blei und Zink mit einander keine Legirung bilden; 2) die Verwandtschaft des Silbers zum Zink grösser ist als die zum Blei. Man trägt in einen eisernen Kessel 20 Ctr. Werkblei ein, versetzt diese nach dem Schmelzen mit 1 Ctr. geschmolzenem Zink und lässt das Gemisch nach gehörigem Umrühren so lange stehen, bis das Zink an der Oberfläche zu einem Kuchen erstarrt, den man vom Bleiherd abhebt. Das Zink wird (nach dem älteren Verfahren) von dem Silber durch Destillation geschieden. Nach Beendigung der Destillation nimmt man die Rückstände heraus und treibt, nachdem man etwas Blei hinzugefügt hat, wie gewöhnlich auf dem Treibherde ab. Das condensirte Zink dient zur Entsilberung neuer Quantitäten Blei. Nach dem neuen (von Cordurié eingeführten) Verfahren oxydirt man, zum Zweck der Trennung des Silbers vom Zink letzteres im glühenden Zustande durch überhitzten Wasserdampf ($Zn + H_2 = ZnO + H_2$). Das bei der Entsilberung des Werkbleies durch Zink zurückbleibende zinkhaltige Werkblei wird durch Erhitzen mit Chlorblei (nach dem Patente von Herbst und Wassermann) oder einer Mischung von Bleisulfat und Chlornatrium (nach dem Verfahren von Pirath) oder Stassfurter oder Kaluczer Chlorkalium (nach dem auf den Oberharzer Hütten eingeschlagenen Verfahren) entzinkt, wobei sich Chlorzink bildet ($Zn + PbCl_2 = ZnCl_2 + Pb$). Nnch den Vorschlägen von Flach soll man das zinkhaltige Blei mit Puddelschlacken in Schachtöfen behufs Verschlackung und Verflüchtigung des Zinks durchsetzen. Die Flach'sche Modification der Entsilberung des Werkbleies durch Zink ist fast allgemein in Deutschland, Frankreich und England eingeführt.

Das unmittelbar aus den Erzen gewonnene Silber ist niemals rein, sondern enthält immer noch mehrere Procente anderer Metalle. Auch bei der Treibarbeit wird der Process nie so lange fortgesetzt, bis alle fremden Metalle vollkommen oxydirt wären, und gewöhnlich beträgt der Silbergehalt des Blicksilbers oft nicht ganz 95 Proc. Die Reinigung des Silbers von allen Beimischungen anderer Metalle durch Oxydation nennt man das Feinbrennen des Silbers. Enthält das Silber nur noch Blei oder macht letzteres den vorwiegenden Bestandtheil des fremden Metalles aus, so ist das Feinbrennen nichts als ein fortgesetzter Treibprocess, welcher aber nicht auf den grossen Herden der Treiböfen, sondern in einem mehr concentrirten Raume vorgenommen wird. Macht dagegen das Blei nicht den überwiegenden Bestandtheil der Verunreinigungen aus, so wird erst dem Silber durch Schmelzen ein Zusatz von Blei gegeben und darauf erst die Oxydation vorgenommen. Stets entstehen beim Feinbrennen kleine Quantitäten von Blei-

glätte, welche man aber nicht wie bei dem Treibprocess von der Oberfläche des Silbers ablaufen, sondern von der gewöhnlichen Masse (Knochenasche, Mergel) absorbiren lässt, aus welcher die Gefässe, deren man sich zum Feinbrennen bedient, gefertigt sind. Im Allgemeinen lassen sich drei Arten des Feinbrennens unterscheiden, nämlich 1) das Feinbrennen in Testen, Schalen oder eisernen Ringen, welche mit Knochenasche ausgefüttert sind, vor dem Gebläse; 2) das Feinbrennen unter der Muffel; 3) das Feinbrennen im Flammenofen. Letzteres Verfahren ist das vortheilhafteste und einfachste. 100 Th. Blicksilber geben 96,8 Th. Brandsilber (mit 99,9 Proc. Silber).

Das reine Silber (Feinsilber) ist von rein weisser Farbe und von starkem Glanz, der durch Politur ausserordentlich erhöht wird. Auf dem frischen Bruche hat es ein mehr geflossenes und dichtes, als ein hakiges Ansehen. Es ist weicher als Kupfer, aber härter als Gold. Im reinen Zustande ist es am weichsten und besitzt einen dumpfen Klang. Es ist ausserordentlich dehnbar und geschmeidig und übertrifft in dieser Beziehung mit Ausnahme des Goldes alle übrigen Metalle. Höchst geringe Beimischungen anderer Metalle vermindern die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit; ein Kupfergehalt ist dagegen nicht nachtheilig, ein Goldgehalt sogar vortheilhaft. Sehr nachtheilig ist dagegen ein Gehalt von Blei und Antimon. Durch Schmelzen mit Kohle verliert das Silber an Geschmeidigkeit und erhält bei Bearbeitung unter dem Hammer und Walzwerk Risse und Sprünge. Durch das Umschmelzen des Silbers im Graphittiegel wird das Silber in seinen Eigenschaften nicht verändert. Das spec. Gewicht des Silbers ist ungefähr 10,5 und kann durch Hämmern bis auf 10,7 erhöht werden. Es schmilzt bei 916°. Im geschmolzenen Zustande und bei Luftzutritt absorbirt das Silber Sauerstoffgas, welches erst bei dem Erkalten des Silbers, oft mit Geräusch und unter Umherspritzen von flüssigem Silber, entweicht (Spratzen oder Sprützen des Silbers). Das Silber wird von schwachen Säuren nicht angegriffen, von Salpetersäure aber schon in der Kälte, von concentrirter Schwefelsäure beim Erhitzen gelöst. Die jährliche Production an Silber schätzt man gegenwärtig auf ungefähr 200 Millionen Mark.

Das Silber bildet mit Blei, Zink, Wismuth, Zinn, Kupfer und Gold Legirungen, von denen die mit Blei für die Gewinnung des Silbers von Wichtigkeit ist. Die wichtigste der Legirungen ist aber die mit Kupfer, weil das reine Silber als zu weich, fast nie, sondern nur mit Kupfer legirt, verarbeitet wird. Diese Legirungen sind härter und klingender als reines Silber. In Deutschland bezeichnete man früher den Gehalt dieser Legirungen an reinem Silber auf die Weise, dass man die Lothe angab, die in der Mark enthalten waren. (Eine Mark = 16 Loth; ein Loth = 18 Grän.) Eine feine Mark = 16 Loth Feinsilber. Eine rauhe oder beschickte Mark enthält Kupfer und Silber in verschiedenen Verhältnissen; 12löthig heisst z. B. Silber, das in der Mark auf 4 Loth Kupfer 12 Loth Silber enthält. In Frankreich und seit 1870 fast allgemein auch in Deutschland bezeichnet man das Feinsilber mit $^{1000}/_{1000}$ und deutet den Feingehalt der Legirungen durch Tausendtheile an. Wären die Silbermünzen in allen Staaten gleichmässig legirt, so würde der Münzverkehr ausserordentlich einfach sein, da man dann den Werth der fremden Münzsorten in einheimische nur nach dem Gewicht zu reduciren brauchte. Da dies aber nicht der Fall ist, so wird durch den Münzfuss eines Landes der Feingehalt (Korn) und das Ge-

wicht (Schrot) bestimmt und angegeben, wie viel einer gewissen Art Münzstücke aus einer feinen Mark geprägt werden sollen.

Nach dem (gegenwärtig — 1874 — nicht mehr geltenden) Wiener Münzvertrage von 1857 galten in allen deutschen und österreichischen Staaten folgende Bestimmungen: 1) Das Pfund ($^1/_2$ Kilogr.) dient der Ausmünzung zur Grundlage. 2) Mit Festhaltung der reinen Silberwährung wird die Münzverfassung der betheiligten Staaten in der Art geordnet, dass, je nachdem in denselben die Thaler- oder Guldenrechnung eingeführt ist, entweder der 30-Thalerfuss zu 30 Thalern aus dem Pfunde Feinsilber, oder der 45-Guldenfuss zu 45 Gulden aus dem Pfunde Feinsilber, und der $52^1/_2$-Guldenfuss zu $52^1/_2$ Gulden aus dem Pfunde Feinsilber, als Landesmünzfuss gilt. 3) Unter Münzen der Thalerwährung sind die des 30-Thalerfusses, der österreichischen Währung die des 45-Guldenfusses, der süddeutschen Währung die des $52^1/_2$-Guldenfusses zu verstehen. 4) Der Feingehalt wird nicht mehr wie früher in Lothen, sondern wie in Frankreich und England in Tausendtheilen ausgedrückt. 5) Das Mischungsverhältniss der Vereinsmünzen ist

900 Silber,
100 Kupfer.

Es wiegen demnach $13^1/_2$ doppelte oder 27 einfache Vereinsthaler 1 Pfd.*). 6) Die Silberscheidemünze wird nie nach einem leichtern Münzfusse als $34^1/_2$ Thaler in Thalerwährung, $51^3/_4$ Gulden österreichischer Währung und $60^3/_8$ Gulden süddeutscher Währung ausgeprägt. (Die preussischen $^1/_6$ Thaler haben einen Silbergehalt von 0,520, die Silbergroschen von 0,220.)

Nach den Deutschen Reichsmünzgesetzen vom 4. December 1871 und 9. Juli 1873 und nach der Einführung der Goldwährung und der Reichsmark als Münzeinheit werden Silbermünzen geprägt, nämlich Fünfmarkstücke, Zweimarkstücke und Einmarkstücke mit einem Feingehalte von 0,900. Es wiegen 90 Mark in Silbermünzen 1 Pfd. (= $^1/_2$ Kilogr.). Es enthält

1 Fünfmarkstück	25,0 Grm.	Silber und wiegt	27,77 Grm.
1 Einmarkstück	5,0 „	„ „ „ „	5,55 „
1 Halbmarkstück	2,5 „	„ „ „ „	2,77 „

Mithin ist 1 Pfd. Feinsilber enthalten in

100 Einmarkstücken,
50 Zweimarkstücken,
20 Fünfmarkstücken.

Nach der Münzconvention von 1857 wurden aus 1 Pfd. Feinsilber 90 Mark (= 30 Thlr.) geprägt, nach dem Reichsgesetze vom 4. Dec. 1871 aber 100 Mark (= $33^1/_3$ Thlr.). Daher sind die neuen Silbermünzen nach einem um 10% geringeren Münzfusse ausgeprägt als die seitherigen groben Münzen.

Der Preis des Silbers ist gegenwärtig in stetem Sinken begriffen, in welchem Umfange dies der Fall ist, lässt sich an folgenden Daten erkennen. Das Königreich Sachsen producirt bekanntlich eine bedeutende Menge Silber

*) Ein Vereinsthaler wiegt somit 18,518 Grm. und enthält 16,666 Grm. Silber.

(im Jahre 1871 z. B. 62,143 Pfd.), die grösste Menge desselben wurde früher von der Münze zu dem Preise von 29 Thlr. 25 Sgr. — Pf. das Pfund gekauft, wobei die an 30 Thlr. fehlenden 5 Sgr. vollkommen genügten, um die Prägungskosten zu decken. An Gewerbtreibende wurden überdies nicht unerhebliche Quantitäten verkauft und zwar noch im Jahre 1871 durchschnittlich das Pfund zu 30 Thlr. 5 Sgr. 2,1 Pf. Mit dem Momente, wo in Folge der Einführung der Goldwährung die Prägung von Silbergeld aufhörte, verloren die Freiberger Hütten ihre sicheren Abnehmer und mussten ihre Produkte auf dem Weltmarkte zum Angebote bringen; in derselben Lage waren alle Diejenigen, welche bisher Silber an deutsche Münzstätten verkauft hatten. Die Preise, zu welchen das Freiberger Silber verkauft werden konnte, sanken daher seitdem in rapider Weise; sie betrugen im Durchschnitt:

im Jahre	1870	30	Thlr.	5	Sgr.	2,1	Pf.	
„ „	1871	29	„	20	„	3,1	„	
„ „	1872	29	„	16	„	4,6	„	
„ 1. Quartale	1873	29	„	8	„	3	„	
„ 2. „	1873	28	„	28	„	—	„	
„ Monat Juli	1873	28	„	27	„	1	„	

Während also das legale Verhältniss zwischen Gold und Silber in Deutschland = 1 : 15,5 ist, stellte sich das thatsächliche Preisverhältniss auf dem Weltmarkte ungefähr wie 1 : 16 oder mit anderen Worten: der österreichische Gulden ist seinem Silbergehalte nach, der Reichsgoldwährung gegenüber in diesem Augenblicke (Januar 1874) nicht mehr der 45. Theil von 30 Thlr., sondern — wenn man die Freiberger Julipreise zu Grunde legt — von 28 Thlr. 27 Sgr. 1 Pf., also nicht mehr 20 Sgr., sondern nur noch etwa 19 Sgr. 2,61 Pf. (= $67^1/_4$ Kreuzer südd. Währung) werth.

In den Ländern des lateinischen Münzvereins (Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, Belgien und Schweiz) prägt man aus 1 Kilogr. Silber von $^{900}/_{1000}$ 200 Franken (= $222^2/_9$ Franken aus 1 Kilogr. Feinsilber); die 1 und 2 Frankenstücke, ebenso auch die 50 und 20 Centimesstücke werden seit 1865 nur zu $^{835}/_{1000}$ Silbergehalt ausgeprägt. (1 Kilogr. Silber von 0,900 = 20 Fünffrankenstücken.) In England aus einem Troy-Pound (= 373,248 Grm.) Silber von $^{925}/_{1000}$ 66 Schilling, aus einem Troy-Pound Feinsilber $71^{13}/_{37}$ Schilling.

Was die Legirung der Silberarbeiter betrifft, so bestehen in den meisten Ländern gesetzliche oder usuelle Legirungsverhältnisse, aus welchen die Silberarbeiten gefertigt werden. Silber von dem vorgeschriebenen Feingehalt heisst Probesilber. Es hält

in Bayern, Oesterreich		13	Loth	—	Grän	= 0,812
„ Preussen, Sachsen etc.		12	„	—	„	= 0,750
„ England		14	„	14,4	„	= 0,925
„ Frankreich . . .	a.	15	„	3,6	„	= 0,950
	b.	12	„	14,4	„	= 0,800

Das Ueberziehen von Metallen mit Silber oder das Versilbern kann geschehen 1) durch Plattiren, 2) durch Feuer (Feuerversilberung), 3) auf kaltem, 4) auf nassem und 5) auf galvanischem Wege. Um Kupferblech mit einer Schicht von feinem Silber zu überziehen (Plattiren), bringt man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche

des Kupfers eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, wodurch eine dünne Silberschicht entsteht. Auf diese Schicht bringt man eine Silberplatte, glüht beide und streckt sie dann unter Walzen. Kupferdraht lässt sich schon übersilbern, indem man auf denselben Silberblech legt und ihn dann heiss durch cannellirte Walzen gehen lässt. — Das Versilbern im Feuer geschieht mit Hülfe eines Silberamalgams oder eines Gemenges von 1 Th. gefälltem Silber, 4 Th. Salmiak, 4 Th. Kochsalz, $^1/_4$ Th. Quecksilberchlorid, das man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt; aus dem Ueberzuge von Silberamalgam wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Zum Versilbern der Knöpfe empfiehlt man einen Teig von 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Quecksilberchlorid und 2 Th. Chlorsilber. — Behufs der Versilberung auf kaltem Wege wird die gereinigte Oberfläche des zu versilbernden Metalles mit einem mit Wasser angefeuchteten Gemenge von gleichen Theilen Chlorsilber, Kochsalz, $^2/_3$ Kreide und 2 Th. Potasche mittelst eines Korkes angerieben, bis die gewünschte Silberfarbe zum Vorschein gekommen ist. Nach Stein soll man 1 Th. salpetersaures Silberoxyd mit 3 Th. Cyankalium zusammenreiben und so viel Wasser hinzusetzen, dass ein dicker Brei entsteht, welchen man mit einem wollenen Lappen rasch und gleichförmig aufreibt. Um Eisen zu versilbern, muss dasselbe erst mit einer Schicht Kupfer überzogen werden. Bei der auf nassem Wege bewirkten Versilberung oder dem Silbersud wird das zu versilbernde Metall in eine siedend heisse Lösung von gleichen Theilen Weinstein und Kochsalz mit $^1/_4$ Chlorsilber gebracht, bis die Versilberung hinreichend eingetreten ist. Von der galvanischen Versilberung, welche die jetzt allgemein gebräuchlichere ist, wird am Ende des Kapitels von den Metallen die Rede sein.

Das jetzt gebräuchliche Schwarzfärben von silbernen Gegenständen, das sogenannte Oxydiren oder Galvanisiren des Silbers wird entweder durch Schwefel oder durch Chlor bewirkt; ersterer giebt einen blauschwarzen, letzteres einen braunen Ton. Die Färbung durch Schwefel wird durch Eintauchen des Gegenstandes in Schwefelkaliumlösung, die durch Chlor durch Eintauchen in eine Lösung von Kupfervitriol und Salmiak hervorgebracht.

Das salpetersaure Silber, Silbersalpeter oder Höllenstein ($AgNO_3$) wird aus kupferhaltigem Silber dargestellt, indem man dasselbe in Salpetersäure löst, die Lösung zur Trockne verdampft und den Rückstand bis zum vollständigen Zersetzen des salpetersauren Kupfers erhitzt. Die zurückbleibende Masse wird mit Wasser ausgezogen, filtrirt und zum Krystallisiren abgedampft; die erhaltenen Krystalle werden geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht. Man benutzt das salpetersaure Silberoxyd zum Wegbeizen von Wucherungen in der Chirurgie, in grösster Menge zu photographischen Zwecken (in Berlin wurden im Jahre 1873 allein mehr als 150 Ctr. Silber auf salpetersaures Silber verarbeitet) und endlich zum Zeichnen der Wäsche.

Das Gold.

(Au = 197; spec. Gew. 19,5—19,6.)

Das Gold findet sich fast nur gediegen und zwar als Berggold auf seiner ursprünglichen Lagerstätte, meist auf Gängen, sel-

tener auf Lagern, vorzüglich in Gesellschaft von Quarz, Schwefelkies und Brauneisenstein; dann secundär als Waschgold (Goldsand) in Körnern, Blättchen und abgerundeten Stücken im Sande der Flüsse und im Seifengebirge, dem von Flüssen aufgeschwemmten lockeren Lande, dessen Hauptmasse aus Thon- und Quarzsand besteht. Im gediegenen Zustande enthält es stets mehr oder weniger Silber. Ausserdem trifft man das Gold häufig im Rothgültigerz, ferner in Schwefelkies, Kupferkies, im Antimonglanz, in der Zinkblende, dem Arsenkies und in allen Arten von Bleiglanz und in manchen Thonsorten. Afrika, Ungarn, der Ural, Australien und Amerika, (Mexico, Brasilien, Peru, Californien, Columbien, Victoria in Neuholland etc.) liefern die grösste Menge des Goldes.

Die Gesammtproduction an Gold repräsentirt gegenwärtig (1874) einen Werth von circa 800—900 Millionen Mark. Diese Summe vertheilt sich etwa in folgender Weise:

I.	Californien, Arizona, Nevada, Oregon und andere Theile der Union	135,000,000 Mark
	Britisch-Columbien, Vancouvers-Insel und Neu-Schottland	25,800,000 „
	Mexiko	84,000,000 „
	Südamerika	54,000,000 „
	Ganz Amerika	298,800,000 Mark.
II.	Australien und zwar	
	α) Neu-Süd-Wales, Queensland, Westaustralien, Südaustralien u. Victoria	330,000,000 Mark
	β) Neu-Seeland und Tasmanien	51,000,000 „
	Asien	34,500,000 „
	Afrika (Südafrika, Natal und Transvaal-Republik)	9,750,000 „
	Russland	84,000,000 „
	Uebriges Europa	25,500,000 „
	Summa	534,750,000 Mark.

Die Gesammtproduction an Gold beträgt daher

298,800,000 Mark
534,750,000 „
833,550,000 Mark.

Die Gewinnung des Goldes richtet sich nach der Art des Vorkommens. Die grösste Menge des circulirenden Goldes wird aus dem Goldsande oder verwitterten goldhaltigen Felsarten durch Auswaschen des Waschgoldes gewonnen. Das so erhaltene Gold ist nicht rein, sondern mit Körnern von Titaneisen, Magneteisen u. s. w. vermischt. Die Ausziehung des Goldes aus dem Goldsande durch Quecksilber wird in sogenannten Quick- oder Goldmühlen vorgenommen, in welchen der durch Wasser aufgeschwemmte Sand in vielfache Berührung mit dem Quecksilber kommt. Durch Zusatz von etwas Natrium zum Quecksilber wird die Extrak-

tion des Goldes erleichtert und vervollständigt. Das erhaltene Goldquecksilber wird durch Pressen in Beuteln von Leder, Barchent oder Zwillich vom überschüssigen Quecksilber befreit und das zurückbleibende Amalgam in eisernen Retorten oder Glockenöfen geglüht. Am vollständigsten wird das Gold aus dem Goldsande durch Ausschmelzen gewonnen, wobei man 25—30 Mal mehr Gold als durch Verwaschen gewinnt. Man verschmilzt den Goldsand in Eisenhochöfen mit Flussmitteln auf goldhaltiges Roheisen und scheidet daraus das Gold mittels Schwefelsäure ab. Befindet sich Gold eingesprengt in Kupfer- und Bleierzen, so behandelt man diese Erze auf gewöhnliche Weise, d. h. man röstet sie und wäscht sie aus. Bei goldreichen Erzen wendet man die Amalgamation an. In anderen Fällen wendet man die Eintränkungsarbeit an, welche darin besteht, dass man die goldhaltigen Schwefelmetalle röstet und schmilzt. Den erhaltenen Rohstein, in welchem sich das Gold angesammelt befindet, röstet man abermals, schmilzt ihn nach dem Rösten mit Bleiglätte zusammen, welche das in dem Rohstein enthaltene Gold in sich aufnimmt und von letzterem durch Abtreiben auf dem Treibherde geschieden wird.

Bei der Extraktion armer güldischer Erze hat man die Behandlung derselben mit Chlorwasser oder einer angesäuerten Chlorkalklösung in Anwendung gebracht. Das Gold löst sich in dem Chlorwasser als Goldchlorid auf, und wird aus der Lösung durch Eisenvitriol (oder durch Schwefelwasserstoff) niedergeschlagen.

Das nach vorstehenden Methoden erhaltene Gold enthält kleine Beimischungen von anderen Metallen und stets Silber. Um das Gold von diesen Beimischungen zu scheiden, wendet man die Goldscheidung, die gegenwärtig meist mit Hülfe von concentrirter Schwefelsäure (durch Affinirung) ausgeführt wird, an. Sie empfiehlt sich durch Einfachheit, Wohlfeilheit und durch den Umstand, dass man mit Hülfe dieser Methode Legirungen von fast jedem Goldgehalte scheiden kann. Um sie auszuführen, darf die Legirung nicht über 20 Proc. Gold und 10 Proc. Kupfer enthalten. Meist wird die Legirung in Form von Granalien angewendet. Zur Auflösung dienten früher Platingefässe, jetzt wendet man allgemein gusseiserne Kessel oder Porcellangefässe an. Die zur Scheidung angewendete Schwefelsäure muss ein spec. Gewicht von 1,848 haben. Man übergiesst in dem Gefässe die Legirung mit concentrirter Schwefelsäure und erhitzt, bis nach 12 Stunden die Lösung des Silbers und des Kupfers vollständig vor sich gegangen ist. Die während dieser Operation sich entwickelnden Dämpfe von Schwefelsäure und schwefliger Säure werden entweder abgeleitet oder zur Fabrikation von Schwefelsäure oder auch zur Herstellung von Antichlor verwendet. Wenn alles Silber in schwefelsaures Salz umgewandelt worden ist, wird die Lösung in eine Bleipfanne abgegossen, der darin zu einem Krystallbrei erstarrte Silbervitriol wird mit einem eisernen Spaten ausgestochen und in bleierne, mit heissem Wasser gefüllte Fällpfannen gethan. Das Ausfällen des Silbers geschieht durch Kupferblechstreifen. Die entstehende Lösung von Kupfervitriol wird, nachdem die freie Schwefelsäure durch Kupferoxyd neutralisirt worden ist, auf Kupfervitriol verarbeitet. Das ungelöst zurückbleibende Gold wird getrocknet und mit etwas Salpeter umgeschmolzen. Das Feinen des Goldes geschieht seit einiger Zeit nach dem Verfahren von Miller dadurch, dass man durch das geschmolzene Metall einen Strom Chlorgas leitet,

wodurch die fremden Metalle als Chlorüre auf der Oberfläche des Goldes abgeschieden werden.

Die Farbe des Goldes ist allgemein bekannt, aber schon höchst geringe Mengen anderer Metalle können die goldgelbe Farbe dieses Metalls modificiren. Durch Poliren nimmt es hohen Glanz an. An Härte übertrifft es nur wenig das Blei, dagegen ist es das geschmeidigste aller Metalle. Neben der Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit besitzt das Gold grosse absolute Festigkeit, welche jener des Silbers fast gleich kommt. Die Elasticität ist unbedeutend, daher es auch wenig Klang besitzt. Das spec. Gewicht des Goldes geht von 19,25 im gegossenen und nicht ausgestreckten Zustande bis 19,55, selbst bis zu 19,6, wenn es durch Bearbeitung verdichtet worden ist. Gold schmilzt bei 1037° und zieht sich nach dem Guss in den Formen stark zusammen, woraus hervorgeht, dass es im geschmolzenen Zustande beträchtlich ausgedehnt worden sein muss. Schmelzendes Gold leuchtet mit meergrüner Farbe. Die Eigenschaft des Goldes, an der Luft, im Wasser und bei der Berührung mit allen Säuren, mit Ausnahme des Königswassers, unverändert zu bleiben, erhöht den Werth des Goldes beträchtlich. Unter allen Metallen hat das Gold die grösste Verbindungsfähigkeit mit dem Quecksilber. Das zu dünnen Blättern ausgeschlagene Gold lässt das Licht, je nach dem Grade seiner Ausplattung, bald mit blauer, bald mit grüner Farbe durchfallen.

Feines Gold wird seiner Weichheit wegen nicht verarbeitet; es wird nur zum Blattgold und zum Malen und Decoriren von Glas oder Porcellan angewendet. Das so verarbeitete Gold ist stets mit Kupfer oder mit Silber legirt, ein solches Gemisch ist weit härter als feines Gold. Man berechnet die Goldlegirungen nach Karat und Grän; man theilt die Mark = $^1/_2$ Pfund in 24 Karate, den Karat in 12 Grän. Unter 18karätigem Golde versteht man solches, das auf die Mark 18 Karat Gold und 6 Karat Kupfer oder Silber enthält. Die Kupferlegirung wird die rothe Karatirung, die Silberlegirung die weisse Karatirung genannt; eine Legirung mit beiden Metallen heisst gemischte Karatirung. Diese verschiedenen Legirungen werden behufs der Verarbeitung zu Goldarbeiten, nach gesetzlichen Bestimmungen dargestellt. So verarbeitet man in Frankreich 18-, 20- und 22karätiges, in Deutschland 8-, 14- und 18karätiges Gold. Zu leichteren Waaren verarbeitet man oft auch 6karätiges (Joujou-Gold), oder noch schlechteres, wobei dem äusseren Ansehen durch Vergoldung nachgeholfen werden muss. Die österreichischen Ducaten haben einen Feingehalt von 23 Karat 9 Grän, die holländischen von 23 Karat 6—6,9 Grän, die engl. Victoria's 22 Karat, die Zwanzigfrankenstücke (6,451 Grm. zu $^{900}/_{1000}$ Feingehalt) 21 Karat $7^1/_5$ Grän.

Seit der Einführung der Goldwährung werden (nach den Reichsmünzgesetzen vom 4. Dec. 1871 und 9. Juli 1873) deutsche Reichsgoldmünzen ausgeprägt und zwar aus 1 Pfd. Feingold

$69^3/_4$ Zwanzigmarkstücke,
$139^1/_2$ Zehnmarkstücke,
279 Fünfmarkstücke.

Die Mark als Münzeinheit ist gleichgesetzt einem Gewichte feinen Goldes von 0,3982 Grm. Das Mischungsverhältniss dieser Goldmünzen ist 900 Gold und 100 Kupfer. Es wiegen demnach

251,10 Fünfmarkstücke }
125,55 Zehnmarkstücke } = Ein Pfund,
62,77 Zwanzigmarkstücke }

2809,2 Mark (oder 936,4 Thaler) entsprechen 1 Kilogramm Goldwerth. (Das Werthverhältniss von Silber und Gold ist etwa 1 : 15,3 bis 1 : 16.) Alle Goldlegirungen zeigen nach dem Poliren eine Farbe, welche von der des reinen Goldes verschieden ist, sie erscheinen röthlichweiss oder blassgelb. Um diesen Legirungen nun die hochgoldgelbe Farbe des Goldes zu ertheilen, pflegt man sie durch Kochen in einer Flüssigkeit (Goldfarbe), aus Kochsalz, Salpeter und Salzsäure bestehend, zu färben. Die Wirkung der Goldfarbe beruht auf ihrer Eigenschaft, durch das aus ihr sich entwickelnde Chlor aus dem vergoldeten Gegenstand etwas Gold aufzulösen und es sodann als ein dünnes Häutchen reinen Goldes auf der Oberfläche wieder abzusetzen. Der Zweck des Färbens kann eben so gut durch eine schwache galvanische Vergoldung erreicht werden.

Mit Blattgold (geschlagenem Gold) vergoldet man Holz, Stein und dergleichen. Das zu diesem Zwecke angewendete Blattgold wird dargestellt, indem man feines Gold zuerst in Stangen (Zaine) ausgiesst, diese dann zu Platten ausschlägt und durch Walzen in Bleche verwandelt. Diese Bleche werden zuerst zwischen Pergamentblättern (Pergamentform), darauf zwischen Goldschlägerhäutchen, der äusseren feinen Haut vom Blinddarme des Rindes (Hautform) geschlagen. Die fertigen Goldplättchen werden in kleine Büchel aus sehr glattem Papier eingelegt, das mit etwas Bolus oder Röthel bestrichen ist, um das Anheften des Goldes zu verhindern. Der Abfall (Schawine, Krätze) dient zur Darstellung der Goldbronze (Muschelgold, Malergold). Die mit Blattgold zu vergoldenden Gegenstände werden zuerst mit einem Gemenge von Bleiweiss und Firniss oder Leim und Kreide überstrichen und dann mit Blattgold bedeckt. Eiserne und stählerne Gegenstände, wie Säbelklingen, Gewehrläufe, werden zuerst mit Salpetersäure behandelt, dann erhitzt, bis sie blau anlaufen, und mit Blattgold überdeckt. Auf kaltem Wege vergoldet man, indem man feines Gold in Königswasser löst, in diese Goldlösung Leinwandläppchen taucht, dieselben trocknet und dann zu Zunder verbrennt. Die Asche (Goldzunder) enthält fein zertheiltes Gold und Kohle, das man vermittelst eines in Salzwasser getauchten Korkes auf die vorher gereinigte und polirte Oberfläche des zu vergoldenden Kupfers, Messings oder Silbers aufreibt. Die Vergoldung auf nassem Wege geschieht, indem man die Gegenstände in eine verdünnte Goldchloridlösung oder in ein siedend heisses Gemenge von verdünnter Goldchloridlösung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron oder Kali taucht. Eisen und Stahl, die auf diese Weise vergoldet werden sollen, werden zuerst mit einer Kupfervitriollösung verkupfert. Eisen und Stahl lassen sich auch dadurch auf nassem Wege vergolden, dass man die Gegenstände zuerst mit Salpetersäure ätzt und dann mit einer Lösung von Goldchlorid in Aether bestreicht und erhitzt. Die Feuervergoldung wird besonders bei Gegenständen von Bronze, Messing und Silber angewendet. Sie geht auf dieselbe Weise wie die entsprechende Feuerversilberung vor sich, indem man auf die zu vergoldende Fläche ein Goldamalgam aufträgt und den Gegenstand behufs des Abdampfens des Quecksilbers erhitzt, wobei das Gold als dünne Schicht auf dem Gegenstande zurückbleibt. Das hier angewendete Goldamalgam besteht aus 2 Th. Gold und 1 Th. Quecksilber. Man ertheilt der Vergoldung entweder durch Poliren

ein glänzendes Ansehen oder man mattirt sie. Letzteres geschieht, indem man den zu mattirenden Gegenstand mit einem geschmolzenen Gemenge von Salpeter, Alaun und Kochsalz erhitzt und ihn sodann in kaltes Wasser taucht. Auch stellenweise lässt sich das Mattiren ausführen, indem man die später zu polirenden Stellen mit einem Gemenge von Kreide, Zucker und Gummi bedeckt (aufspart) und das Mattiren auf die nicht bedeckten Theile ausführt. Das Mattiren gründet sich darauf, dass aus dem schmelzenden Salzgemenge sich Chlorgas entwickelt, welches das Gold ätzt und dadurch matt macht. Soll die Vergoldung die röthliche Färbung der Kupferkaratirung besitzen, so taucht man die Bronze nach dem Verrauchen des Quecksilbers in geschmolzenes Glühwachs oder Vergolderwachs (ein Gemenge von Wachs, Bolus, Grünspan und Alaun) und lässt das Wachs über Kohlenfeuer abbrennen. Hierbei wird das Kupferoxyd des Grünspans zu Kupfer reducirt, das sich mit dem Golde zu rother Karatirung verbindet. Stahl und Eisen werden vorher verkupfert. Von der Vergoldung auf galvanischem Wege wird in dem folgenden Abschnitte die Rede sein.

Das Aluminium.

(Al = 27,4; spec. Gew. = 2,5.)

Das Aluminium (Alumium, Thonerdemetall), als Thonerde (Aluminiumoxyd), wie bekannt, zu den verbreitetsten Elementen auf der Erdoberfläche gehörend, wird durch Zersetzen von Chloraluminium-Chlornatrium mittels Natrium dargestellt. Das Chloraluminium wird erhalten, indem ein geglühtes Gemenge von reiner Thonerde, mit Kochsalz und Steinkohlentheer gemengt, in einer eisernen Gasretorte bei gelindem Glühen mit Chlorgas behandelt wird, wobei die Kohle mit dem Sauerstoff der Thonerde zu Kohlenoxyd, das Aluminium mit dem Chlor und dem Chlornatrium zusammentritt, sich als Chloraluminium-Chlornatrium verflüchtigt und verdichtet wird. Aus dem Chloraluminium-Chlornatrium wird das Aluminium dadurch ausgeschieden, dass man es auf der Sohle eines Flammenofens mit Natrium zusammenbringt, wobel freies Aluminium und eine aus Chloraluminium-Chlornatrium und überschüssigem Chlornatrium bestehende wenig flüchtige Salzmasse sich bildet, welche das metallische Aluminium umschliesst.

Was die Grösse der Production an Aluminium betrifft, so erzeugt (1874)

Frankreich	20 Ctr.
England	15 „
Summa	35 Ctr.

Eine reine blanke Fläche des — stets mit Eisen und Silicium verunreinigten — Metalles erscheint grauweiss von einem Farbenton,

welcher zwischen der Farbe des Zinnes und jener des Zinkes liegt; es hat ein spec. Gewicht von 2,5, ist härter als Zinn, aber weicher als Zink und Kupfer, etwa eben so hart als Feinsilber; es hat einen starken Klang; es ist nicht sehr biegsam und bricht mit unebener, zackig feinkörniger Fläche; es ist leicht zu feilen, verstopft aber den Feilhieb wie Zinn oder Blei. Unter dem Hammer zeigt es sich geschmeidig, doch erhält es bei etwas starkem Austreiben viele Kantenrisse. Es lässt sich zu Blech auswalzen; das Blech ist leicht zerbrechlich, zeigt grosse Steifheit, jedoch keine auffallende Elasticität. Aluminiumblech von Papierdünne kann wiederholt hin- und hergebogen werden, ehe es zerbricht. Es lässt sich auch gleich dem Gold und dem Silber zu den dünnsten Blättern (Blattaluminium) ausschlagen. Es lässt sich nur schwer zu Draht ziehen. Es hält sich an der Luft sehr gut und erträgt selbst Glühhitze, ohne sich beträchtlich zu oxydiren, doch bildet sich auf der Oberfläche ein dünnes Häutchen von Thonerde, das beim Schmelzen und Giessen die Vereinigung der Metalltheilchen erschwert. Der Schmelzpunkt des Aluminiums liegt bei etwa 700°. In Salzsäure und Natron- oder Kalilauge löst es sich unter stürmischer Wasserstoffentwickelung. Salpetersäure, verdünnte, wie concentrirte, sind, kalt und warm angewendet, ohne alle Einwirkung. Durch Quecksilber wird es nicht amalgamirt, mit Zinn bildet es eine ziemlich harte, aber doch streckbare Legirung, mit Kupfer bildet es die Aluminiumbronze (aus 90 bis 95 Proc. Kupfer und 10 bis 5 Proc. Aluminium bestehend); sie hat ihrer goldähnlichen Farbe wegen Anwendung gefunden.

Nach dem auf der internationalen Industrieausstellung in Paris 1867 und der Weltausstellung in Wien 1873 zu Tage getretenen Standpunkte der gegenwärtigen Aluminiumindustrie kann man dem Aluminium eine grosse technische Bedeutung nicht einräumen. Doch sind einige seiner Anwendungen immerhin von Interesse. So zur Verfertigung von Denkmünzen, Preismedaillen bei Ausstellungen, Rechenpfennigen, Spielmarken und Gewichten hat das Aluminium schon ziemlich mannichfaltige Anwendung gefunden, zu welchen es durch seine Geschmeidigkeit und seine Unveränderlichkeit an der Luft ausgezeichnet geeignet ist. Die Schmuckwaarenfabrikation hat sich schnell des Aluminiums bemächtigt, dessen Leichtigkeit für Armbänder und Kopfschmuck höchst schätzbar ist, und welches vermöge seiner Gussfähigkeit, seiner Geschmeidigkeit beim Prägen, seiner Tauglichkeit zu ciselirter Arbeit, seines unveränderlichen Glanzes, seines schönen Matt, selbst seiner Farbe, welche jene des Goldes hebt, einen vortrefflichen Ersatz für das Silber in allen den Fällen gewährt, wo nicht Gold ausschliesslich der Stoff des Schmuckes ist. — Ein Pariser Fabrikant hat den Vortheil erkannt, welchen er aus dem neuen Metall ziehen konnte: er wendet es in vielerlei Gestalten an, zu eingelegter Arbeit, zum Ausfüttern der Fächer

in Chatoullen u. dgl., zu Deckeln auf Gläsern, zu kleinen Gefässen und Geräthen jeder Art. Ein Schritt weiter und man kommt zur Anfertigung massiv aus Aluminium gegossener ciselirter, guillochirter, damascirter Tabaksdosen, Büchsen, Etuis u. dgl. Petschafte, Federhalter, Schreibzeuggarnituren, Briefbeschwerer, Cigarrengestelle, Hemdknöpfe, Jagdgeräthe, Stock- und Reitpeitschenknöpfe, Fingerhüte, Pferdegeschirrbeschläge, Statuetten, Leuchter, Armleuchter, Verzierungen auf Tischuhren, Becher, Vasen und tausend andere Artikel bieten sich von selbst dar. Die Vergoldung wird diese Benutzungen des Aluminiums noch bedeutend erweitern. Man macht bereits aus Aluminium Hausschlüssel, Dessertmesserklingen, Messer- und Gabelhefte, Löffel, Gabeln, Serviettenringe, Brillengestelle, Fassungen für Operngläser, Sextanten, Nivellirinstrumente u. s. w. Mit vielem Rechte ist es in jüngster Zeit zur Anfertigung von Scheidemünzen empfohlen worden.

Das Magnesium.

(Mg = 24; spec. Gew. = 1,743.)

Das Magnesium, welches in unerschöpflichen Mengen als Chlormagnesium im Meerwasser, im Carnallit und im Kainit, als Magnesiasulfat im Kieserit und Schönit und als Carbonat in den Dolomiten sich findet, ausserdem als Silicat einen Hauptbestandtheil vieler Gesteine ausmacht, ist seit einigen Jahren gleich dem Aluminium, in den Kreis der technisch benutzten Metalle gezogen worden. Es ist silberweiss, auf dem frischen Bruche bald schwach krystallinisch, bald feinkörnig oder selbst fadig. Es hat etwa die Härte des Kalkspathes und läuft an der Luft etwas an, aber nicht schneller als das Zink, auch geht die Veränderung nicht tief. Es schmilzt nahe dem Schmelzpunkte des Zinkes (etwa bei 408°). Etwas oberhalb des Schmelzpunktes entzündet es sich und verbrennt mit blendend weissem Licht zu Magnesia. Die Lichtintensität des in Sauerstoff verbrennenden Magnesiums übertrifft die einer Kerzenflamme um mehr als das Fünfhundertfache. Es lässt sich auch zu Draht ziehen. Sein specifisches Gewicht ist = 1,743. Es lässt sich leicht feilen, bohren, sägen und zu Blech ausschlagen, ist aber kaum ductiler als Zink bei gewöhnlicher Temperatur. Es geht nahezu bei derselben Temperatur in Dampf über wie das Zink (ungefähr bei 1020°) und kocht wie dieses. Das geschmolzene Magnesium ist teigig, wenig beweglich und lässt sich schwer formen. Die Anwendung des Magnesiums beschränkt sich vor der Hand auf die des Magnesiumdrahtes, der beim Verbrennen in einer Gas- oder Wasserstoffflamme das in der Photographie verwendbare Magnesiumlicht giebt. Ausserdem ist es in seiner Legirung mit Kupfer statt des Zinkes zur Messingfabrikation, mit Zink zu Feuerwerkszwecken vorgeschlagen worden.

Man stellt das Magnesium ganz analog dem Aluminium dar, indem man eine geeignete Magnesiumverbindung durch Erhitzen mit Natrium reducirt.

Die Production an Magnesium beträgt (1874) etwa 75 Centner, davon kommen auf

England	45 Ctr.
Amerika	30 „
Summa	75 Ctr.

Die Galvanotechnik.

Es ist gewiss eine der bedeutungsvollsten Eigenschaften des elektrischen Stromes, gewisse zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen, wobei sich die Bestandtheile an den Stellen abscheiden, an welchen der Strom in den zu zersetzenden Körper eintritt; der eine Bestandtheil befindet sich an der Eintrittsstelle des elektrischen Stromes in die Flüssigkeit, der andere Bestandtheil an der Austrittsstelle. Die Wissenschaft, die Kunst und das Gewerbewesen haben aus dieser Eigenschaft den grössten Nutzen gezogen und noch sind von derselben die grössten Entdeckungen und die wichtigsten Anwendungen zu erwarten. Es gründen sich u. a. darauf:

1) die Galvanoplastik;
2) die Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege,
3) das galvanische Aetzen,
4) die Metallochromie.

1) Galvanoplastik. Geht der elektrische Strom durch eine Lösung von Kupfervitriol, so lagert sich das Kupfer desselben an dem negativen Pole (oder der Kathode) in zusammenhängender Form ab. Durch fortgesetzte Operationen kann man das Kupfer zu einer solchen Dicke anwachsen lassen, dass dasselbe von den Rändern der Form, auf welcher die Abscheidung geschah, losgetrennt werden kann und einen Abdruck der Form darstellt. Auf diesem Umstande beruht die Galvanoplastik, die 1839 von Jacobi in Petersburg und fast gleichzeitig von Spencer in Liverpool erfunden wurde. Dieselbe hat sich nach drei verschiedenen Richtungen ausgebildet, nämlich

α) für das sub 2 zu beschreibende Verfahren der Metallüberzüge (Vergoldung, Versilberung, Verkupferung, Verstählung, Vernickelung u. s. w.);

β) für die bildende Kunst, wo sie an Stelle des bisherigen Metallgusses tritt;

γ) für die vervielfältigende Kunst, zumal von Anfertigung von Stichplatten, von Cliché's u. s. w.

Die Metalllösung, welche zur Darstellung galvanoplastischer Abdrücke angewendet wird, ist meist eine gesättigte Lösung von Kupfervitriol. Die Form (das Modell oder die Matrize), auf welcher die Ablagerung vor sich gehen soll, darf aus keinem Metall bestehen, das von der Kupfervitriollösung angegriffen wird, namentlich nicht aus Zinn, Zink oder Eisen. Zuweilen wendet man Kupfer an, das mit einer dünnen Schicht Silber (auf nassem Wege) überzogen worden ist. Häufiger benutzt man Formen aus Gyps und Guttapercha. Damit der Strom gleichmässig gehe, ist es wesentlich, das Zink, das sich an dem elektropositiven Pol befindet, zu amalgamiren. Das Amalgamiren geschieht, indem man das Zink in Salzsäure eintaucht, dann einige Tropfen Quecksilber darauf fallen lässt, und dieselben durch Reiben oder Bürsten auf der Oberfläche verbreitet.

Um Kupferplatten auf galvanischem Wege zu erzeugen, dient folgender Apparat. In einem hölzernen Troge, der mit Harz ausgegossen ist, bringt man am Boden die gravirte Platte an, auf der sich das Kupfer ablagern soll. Ueber derselben ist ein Holzrahmen angebracht, der an seiner unteren Seite mit einer Blase, mit Pergament oder mit einer porösen Thonplatte, einem sogenannten Diaphragma, verschlossen ist. Unmittelbar über diesem Rahmen befindet sich eine Zinkplatte, die vermittelst eines Bleistreifens mit der Kupferplatte verbunden ist. In den Trog giesst man eine in der Kälte gesättigte Kupfervitriollösung, die man durch Hineinlegen einiger Stückchen Kupfervitriol gesättigt erhält. Um den inneren Theil des Rahmens bringt man eine concentrirte Lösung von Zinkvitriol. Von grosser Wichtigkeit ist die Galvanoplastik für die Herstellung von Matrizen für die Schriftgiesserei, von Stereotypplatten, zur Vervielfältigung von Holzschnitten u. s. w. geworden. Um Medaillen und ähnliche kleine Gegenstände galvanoplastisch nachzubilden, benutzt man einige Elemente einer schwachen galvanischen Batterie. An der Kathode befestigt man die Platte, auf welcher der Niederschlag erfolgen soll, in verticaler Stellung, und ihr gegenüber die Platte, welche das Material zu der neuen Platte liefern soll, ebenfalls in verticaler Stellung. In dem Verhältniss, als sich Metall an der Kathode niederschlägt, löst sich Metall an der Anode, sodass die Flüssigkeit immer gleichmässig concentrirt ist. Nicht leitende Substanzen, die man galvanoplastisch nachbilden will, wie Gypsabgüsse, Wachs-, Paraffin- oder Stearinsäureabdrücke macht man auf der Oberfläche durch Graphit, Silber- und Goldbronze oder Eisen-oxyd-Oxydul leitend; so kann man auf diese Art Kupfer auf Gyps oder Stearinsäure niederschlagen. Gyps muss vor dem Auftragen von Graphit mit Paraffin oder Stearinsäure eingelassen werden, damit er keine Flüssigkeit einsaugen kann. Die Guttapercha eignet sich ihrer Eigenschaft wegen, in heissem Wasser zu einer plastischen teigartigen Masse zu erweichen, sich in diesem Zustande in alle Formen pressen zu lassen und nach dem Erkalten genau die Form zu behalten, in welche sie gepresst wurde, besonders gut zur Herstellung von Formen, die man gleichfalls durch Graphit etc. leitend macht.

2) Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege. Um Gegenstände von Kupfer, Bronze, Messing u. s. w. auf galvanischem Wege zu vergolden, muss die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Das Reinigen geschieht durch Eintauchen des Gegenstandes in siedende Natronlauge, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Man bedient sich zur Vergoldung, wie auch zur Versilberung allgemein der galvanischen Batterie mit einer Zersetzungszelle. Die Elemente dieser Batterie hängen in bleiernen, inwendig verpichten Gefässen. Als Zersetzungsflüssigkeit benutzt man die Verbindung des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Die zu vergoldenden oder versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittels eines Drahtes eingehängt, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung steht. Ein zweiter Draht ist mit dem negativen Pole der Batterie verbunden, der in der Zersetzungszelle in ein angenietetes Platinblech endet. Anstatt der Leitungsdrähte wendet man sehr zweckmässig Drahtseile an. Der Process der galvanischen Vergoldung oder Versilberung dauert nur einige Minuten, deshalb hängt man die Anode nicht ein, sondern bewegt dieselbe in der Auflösung mit der Hand hin und her, damit die Vergoldung gleichmässig ausfalle. Anstatt der Anode aus Platin, wendet man zweckmässig Bleche aus Gold oder

Silber an, die von dem sich ausscheidenden Cyan nach und nach aufgelöst werden; dadurch wird bezweckt, dass der Gehalt der Lösung an Gold und Silber stets gleich bleibt. Die galvanische Versilberung ist auf Kupfer, Glockengut, Messing, Tombak, Roh- und Stabeisen direct mit gutem Erfolge ausführbar; Zinn und polirter Stahl müssen dagegen vorher galvanisch verkupfert werden, wenn die Versilberung dauerhaft sein soll; Zink muss auf jeden Fall vorher verkupfert sein. Sehr beliebt sind gegenwärtig die aus Neusilber und aus Britanniametall hergestellten und galvanisch versilberten Gegenstände, welche unter dem Namen Chinasilber in dem Handel vorkommen. Auf 1 Quadratmeter Metallfläche hat man von 1,0 bis zu 22,0, ja selbst 240 Grm. Silber niedergeschlagen, die Dicke der Silberschicht betrug mithin $^1/_{9400}$, $^1/_{450}$, $^1/_{42}$ Millimeter. Man giebt den galvanisch versilberten Metallwaaren in England zuweilen einen schwachen Ueberzug von Palladium zur Verhütung des Schwarzwerdens durch schwefelwasserstoffhaltige Exhalationen. Eben so empfiehlt man eine Lösung von 1 Th. Cyansilber in 100 Th. Wasser. Zur galvanischen Verkupferung ist eine Auflösung einer alkalischen Lösung von weinsaurem Kupferoxyd-Natron die tauglichste Zersetzungsflüssigkeit. Um sie darzustellen, erhitzt man eine Kupfervitriollösung mit etwas Kali und Stärkezucker, bis sich ein Absatz von rothem Kupferoxydul gebildet hat, den man auf einem Filter mit destillirtem Wasser auswäscht und in einer Cyankaliumlösung löst.

Oudry's Verfahren der galvanischen Verkupferung von Eisen, welche in Paris zur Verkupferung der Gascandelaber, der Fontainen am Concordienplatze etc. etc. Anwendung gefunden, unterscheidet sich von der gewöhnlichen galvanischen Verkupferung in zwei Richtungen. Einmal dadurch, dass das Kupfer nicht unmittelbar auf das Eisen gefällt, sondern dass dieses vorerst mit einer für Wasser und saure Flüssigkeiten undurchdringlichen Hülle überzogen und dieses sodann durch Einreiben von Graphit für den galvanischen Strom leitend gemacht wird, und dann dadurch, dass das Ausfällen des Kupfers in der Regel so lange fortgesetzt wird, bis eine Kupferschicht von 1—2 Millimetern Dicke gebildet ist, wodurch die Verkupferung sehr dauerhaft wird. Die Oberfläche der Artikel, welche verkupfert werden sollen, bedarf nicht erst einer oft mühsamen Reinigung von Eisenoxyd, sondern sie wird nur allenfalls mit Meisel und Feile abgeglichen und mit einer Bürste aus Eisendraht gereinigt. Hierauf werden dieselben mit einer gut deckenden und schnell trocknenden Farbe zwei Mal überstrichen, deren färbender Bestandtheil meistens aus Mennige besteht, und sonach wird der Ueberzug mit Graphit gut eingerieben. Im Falle irgend ein Theil vorzugsweise der Abnutzung ausgesetzt ist, kann dieser, wie dies z. B. mit den Füssen der Gascandelaber in Paris geschieht, vor der Bedeckung mit der Farbe mit Kupferblech bekleidet werden, welches natürlich nicht bemalt wird. Die solcher Gestalt präparirten Eisenstücke werden nun in eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol gelegt und mit einer entsprechenden Anzahl galvanischer Elemente in Verbindung gesetzt. Hat man z. B. einen gewöhnlichen Gascandelaber zu verkupfern, so wird dieser in eine etwas saure Lösung von Kupfervitriol in ein seiner Grösse entsprechendes Holzreservoir eingelegt und von allen Seiten mit porösen Thoncylindern von ungefähr 0,5 Meter Höhe und 12 Centim. Durchmesser umgeben, welche Cylinder verdünnte Schwefelsäure enthalten, in welche Zinkcylinder eingesetzt sind, die unter einander durch Leitungsdrähte verbunden werden; hiernach werden beide Enden sammt dem

Mitteltheil des Candelabers in leitende Verbindung mit den Zinkelementen gesetzt. Zur Ausfällung einer 1 Millimeter dicken Kupferlage bei einem solchen Candelaber sollen $4^1/_2$ Tage genügen. Der Preis für das Verkupfern ist für Stücke von der Grösse gewöhnlicher Candelaber 9 Fr., kann aber für grosse Kunstgegenstände bis auf 25 Fr. per Kilogr. ausgefällten Kupfers steigen. Wenn die ausgefällte Kupferlage sehr dick ist, so wird deren Oberfläche ein wenig knollig, und muss daher, wenn sie vollkommen glatt sein soll, mit der Feile etwas abgeglichen werden.

Zum Verzinken des Eisens kann man eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd anwenden. Das mit einer Zinkhaut überzogene Eisen führt den Namen galvanisirtes Eisen; dasjenige, welches im Handel diesen Namen führt, ist jedoch nicht auf galvanischem Wege mit Zink überzogen, sondern auf gewöhnlichem Wege verzinktes Eisen. Zum Verzinnen wendet man eine Zinnauflösung an, welche man dadurch gebildet hat, dass man als Zersetzungsflüssigkeit Aetznatronlauge, als Kathode ein Eisenblech, als Anode eine Zinnstange benutzt. Auch ein galvanisches Ueberziehen mit Eisen (Verstählen) findet statt. Seit einer Reihe von Jahren pflegt man gestochene Kupferplatten mit Eisen zu überziehen (zu verstählen), um solche für längeren Gebrauch tauglich zu machen. Dies geschieht, indem man ein Bad von Eisenvitriol und Salmiak anwendet, eine Eisenplatte am Zinkpol und die zu verstählende Platte am Kupferpol befestigt und in die Flüssigkeit einhängt. Die so verstählten Platten zeigen eine grauweisse glänzende Farbe. Ist die zwar sehr dünne, aber dennoch äusserst harte Eisenschicht, welche 5000—15,000 Abdrücke aushält, abgenutzt, so kann die nämliche Platte beliebig oft von Neuem verstählt werden, ohne dass sie irgendwie darunter leidet.

Die Anwendung von eisernen Clichés (nach der Methode von Jacquin, Klein, Feuquières, R. Lenz und Varrentrapp dargestellt), überhaupt das Verfahren der Reduction des Eisens auf galvanischem Wege (Eisengalvanoplastik) ist als ein sehr bedeutender Fortschritt in der Galvanotechnik anzusehen.

Das Vernickeln von Eisen, Stahl, Kupfer, Messing etc. auf galvanischem Wege, von R. Böttger schon vor mehr als zehn Jahren in Vorschlag gebracht, wird seit einigen Jahren von J. Adams (in Boston), v. Jacobi, Remington, Gaiffe u. A. im Grossen ausgeführt. Das Vernickeln soll den damit überzogenen Metallen nicht nur Schutz vor der Oxydation gewähren, sondern auch die weicheren Metalle vor der mechanischen Abnutzung schützen. Als Bad benutzt man schwefelsaures oder salzsaures Nickel-Ammoniak. Nach Versuchen von Fr. Stolba (1871) kann die Vernickelung anstatt auf galvanischem Wege, ähnlich wie das Verzinnen durch Ansieden erzielt werden. Die Vernickelung von Eisen und Stahl dürfte besonders zu empfehlen sein für Bajonette, Helme, Harnische, Sporen, Geschirrketten der Pferde und Tischmesser. Auch dürften statt der verzinnten Kochgeschirre, vernickelte den Vorzug verdienen. Thatsächlich fertigen solche Geschirre seit dem Jahre 1870 amerikanische Fabrikanten an. In Deutschland beginnt man auch, vorläufig wohl nur Nähmaschinentheile, Leuchter, Gewichte und Gegenstände für Laboratorien zu vernickeln.

3) Das Aetzen auf galvanischem Wege gründet sich auf die Thatsache, dass unter gewissen Bedingungen die an den Elektroden ausgeschiedenen Stoffe sich mit denselben chemisch verbinden. Erfolgt eine

Verbindung, so wird die Elektrode nach und nach zerstört. Regulirt man dieses Zerstören dergestalt, dass die Elektrodenplatte durch Ueberziehen mit Aetzgrund (aus 4 Th. Wachs, 4 Th. Asphalt und 1 Th. schwarzem Pech dargestellt) bis auf gewisse freigelassene Stellen unzerstörbar ist, so hat man alle Bedingungen zum Aetzen. In die mit Aetzgrund bedeckte Kupferplatte wird die beabsichtigte Zeichnung bis auf das blanke Metall einradirt, und darauf als positive Elektrode einer constanten Kette in Kupfervitriollösung, einer anderen als negative Elektrode dienenden blanken Kupferkette gegenüber gestellt. Während sich die letztere mit Kupfer überzieht, wird an den radirten Stellen durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers Kupferoxyd gebildet und dieses von der im Kupfervitriol frei gewordenen Schwefelsäure immer wieder aufgenommen und entfernt.

4) Metallochromie oder galvanische Metallfärbung. Auch zusammengesetzte Körper, wie z. B. Metalloxyde, können durch den galvanischen Strom in cohärenter Form auf Metallflächen niedergeschlagen werden. Bleioxyd (Bleiglätte) hat vorzüglich die Eigenschaft, aus seiner Lösung in Aetzkali oder Aetznatron als Superoxyd abgeschieden zu werden. Becquerel hat darauf ein Verfahren begründet, Metalle mit diesem Superoxyd zu überziehen, das unter dem Namen Metallochromie oder galvanische Metallfärbung bereits Anwendung gefunden hat, da dasselbe die Hervorbringung verschiedener Farben gestattet. Diese Farben gehören in die bekannte Kategorie der Farben dünner Schichten. Die Metallochromie findet Anwendung zur Verzierung von Gegenständen aus Kupfer, Tombak und Messing, welche vorher eine dünne galvanische Vergoldung empfangen haben. Die Hauptfarbe ist grün oder purpurroth, welche in Nebenfarben (hellroth, blau, violett, gelb) übergeht. Anstatt der Lösung des Bleioxydes in Kali- oder Natronlauge kann man auch eine mit Alkalilauge versetzte Lösung von Kupfervitriol und Kandiszucker in Wasser anwenden.

II. Abschnitt.

Rohstoffe und Produkte der chemischen Industrie.

Die Kalisalze.

Das kohlensaure Kali oder Kaliumcarbonat (K_2CO_3) in der Form, in welcher es im Handel vorkommt, führt den Namen Potasche, weil in früherer Zeit das meiste kohlensaure Kali aus der Asche (Holzasche) gewonnen wurde. Das Kali findet sich in reichlichster Menge in der Natur und zwar niemals frei, sondern als Silicat, als Chlorkalium, als schwefelsaures Kali, als pflanzensaures Kali und endlich als fettsaures Kali. Es kommt im Mineralreich und in der organischen Natur vor. Für technische Zwecke stellt man gegenwärtig Kalisalze auf folgende Weise dar:

I. Aus den natürlichen Mutterlaugensalzen der Salzlager zu Stassfurt, ferner bei Lüneburg und endlich zu Kalucz in Galizien, dem Carnallit ($KCl, MgCl_2 + 6\ H_2O$), dem Sylvin (KCl) und dem Kainit ($K_2SO_4 + MgSO_4 + MgCl_2 + 6\ H_2O$). Hauptsächlich aber aus dem Carnallit stellt man Kalisalze dar, indem man denselben in Wasser löst, wobei derselbe in sich ausscheidendes Chlorkalium und in gelöst bleibendes (bromhaltiges) Chlormagnesium zerfällt. Das Chlorkalium wandert entweder in die Salpeterfabriken, wo es mit Natronsalpeter in Kalisalpeter umgesetzt wird, oder in die Alaunfabriken, oder man verwendet es zur Darstellung von chrom- und chlorsaurem Kali, oder endlich führt man es in schwefelsaures und kohlensaures Kali über. Die Umwandelung des Chlorkalium in schwefelsaures Kali geschieht mittelst Schwefelsäure, oder durch Rösten mit Pyrit und die Ueberführung des schwefelsauren Kali's in kohlensaures nach Art des Leblanc'schen Sodafabrikations-

7*

processes mittelst Kalkstein oder Kreide und Kohle, die auf der Sohle eines Flammenofens unter beständigem Umrühren erhitzt werden. Die calcinirte Masse wird mit Wasser ausgelaugt, wobei kohlensaures Kali in Lösung geht und Schwefelcalcium zurückbleibt.

II. Die Darstellung der Kalisalze aus dem Feldspath und anderen kalireichen Gesteinen geschieht nach einem von Ward angegebenen Verfahren. Dasselbe besteht darin, dass man den bis zur Feine des Portland-Cements gemahlenen Feldspath mit fein gepulvertem Flussspath und einem Gemisch von Kreide und Kalkhydrat mengt und die Mischung in einem Cementbrennofen frittet. Die gefrittete Masse, welche in Folge des Kreidezusatzes porös und deshalb leicht auszulaugen ist, wird mit Wasser ausgelaugt, wo das Kali des Feldspathes sofort als Aetzkali in Lösung tritt. Der ausgelaugte Rückstand ist Cement und wird als solches verwendet. Der kalihaltige Feldspath indessen ist als Kaliquelle vorläufig durch den Carnallit total in den Hintergrund gedrängt worden.

III. Die Gewinnung der Kalisalze aus dem Meerwaser und aus der Mutterlauge der Salinen, hat seit dem Entstehen der Stassfurter Kaliindustrie höchstens noch örtliche Bedeutung. Die Methode der Darstellung ist in beiden Fällen (beim Meerwasser wie bei der Mutterlauge) gleich. Das Meerwasser enthält durchschnittlich 1,35 pro Mille Chlorkalium. Die bei der Darstellung des Seesalzes aus dem Meerwasser abfallende Mutterlauge, welche schwefelsaure Magnesia, Chlormagnesium, Kochsalz und Chlorkalium enthält, wird mit Hülfe künstlicher Kälte (in dem Carré'schen Apparate mittelst Verflüchtigung von Ammoniak erzeugt) abgekühlt. Bei dieser niederen Temperatur entsteht Chlormagnesium und schwefelsaures Natron, welches letztere herauskrystallisirt. Die über den Krystallen stehende Flüssigkeit wird durch Einkochen concentrirt, wobei sich Kochsalz in reichlicher Menge als feines Pulver abscheidet; die heisse Mutterlauge wird auf grosse flache Kühlschiffe gebracht, wo ein Doppelsalz von Chlormagnesium mit Chlorkalium (von der Zusammensetzung des Carnallits) sich ausscheidet. Letzteres wird in gleicher Weise wie in Stassfurt mit möglichst wenig Wasser behandelt, um das Chlorkalium daraus zu gewinnen.

IV. Die Verarbeitung des aus Indien in grosser Menge importirten wohlfeilen natürlichen Kalisalpeters auf kohlensaures Kali durch Behandeln des schmelzenden Salpeters mit Kohle oder Graphit, ist selbstverständlich nur unter ganz besonderen localen Bedingungen rationell.

V. Kaligewinnung aus der Asche der Vegetabilien. Wenn man eine Pflanze oder einzelne Theile derselben verbrennt, so bleibt ein unverbrennlicher Rückstand, den man mit dem Namen Asche belegt. Diese Asche enthält die unorganischen oder mineralischen Bestandtheile der Vegetabilien. Sie besteht aus Kalisalzen, kleinen Mengen von Natron, Lithion und Rubidion, Kalk, Magnesia, etwas Eisen und Mangan, gebunden an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselerde, Chlor, Brom, Jod, Fluor und Kohlensäure.

Diese mineralischen Bestandtheile, welche die Pflanzenaschen ausmachen, sind nicht zufällig, sondern zur Vegetation unumgänglich noth-

wendig. Die genannten Körper entzieht die Pflanze dem Boden. Das Kali ist nun ein Körper, der als Bestandtheil vieler Mineralien und Gesteine z. B. des Feldspathes, an Kieselerde gebunden, und im Granit als Feldspath vorkommt. Eine directe Darstellung des Kalis aus dem Feldspathe und aus ähnlichen Gesteinen ist, wie schon oben bemerkt, zu kostspielig. Man lässt deshalb durch die Pflanzen das Kali dem Boden entnehmen und gewinnt es, indem man die Vegetabilien verbrennt und die zurückbleibende Asche mit Wasser behandelt. Es ist ein allgemeiner Charakter der Salze der Alkalien, dass sie in Wasser leicht löslich sind. Behandelt man daher eine kalireiche Asche, z. B. Holzasche mit Wasser und trennt die erhaltene Flüssigkeit durch Absetzenlassen oder Filtriren von den ungelöst zurückbleibenden Salzen, so erhält man eine Lösung, die vorzugsweise Kali an Kohlensäure gebunden und ausserdem etwas schwefelsaures und kieselsaures Kali enthält. Wird die Lösung eingedampft und der Rückstand geglüht, um alle darin befindlichen organischen Reste zu verbrennen, so erhält man eine graue bröckliche Masse, die den Namen rohe Potasche führt. Die im Walde durch Niederbrennen von Bäumen und Sträuchern erhaltene Asche heisst Waldasche, die als Nebenprodukt in den Feuerungsanlagen gewonnene Ofen- oder Herdasche führt dagegen den Namen Brennasche. Je nach dem Rohstoffe und nach den Ländern unterscheidet man Perlasche, die in kleinen, trocknen Stückchen von bläulicher Farbe aus Nordamerika kommt, Weinhefen- oder Drusenasche, welche man früher durch Verbrennen der Weinhefen und Trestern in dem mittägigen Frankreich darstellte (gegenwärtig verarbeitet man die Hefe und die Trestern auf Weinsäure), ferner amerikanische, toscanische, illyrische, ungarische und russische Potasche.

VI. Die Fabrikation von Kalisalzen, namentlich von Potasche aus der Schlempekohle von der Verarbeitung der Rübenmelasse bildete bis etwa zum Jahre 1865 einen nicht unbedeutenden Industriezweig, der jedoch durch das Emporblühen der Stassfurter Kalisalzindustrie einen argen Stoss erlitten hat. Die Potasche wird hierbei zugleich mit dem Weingeist gewonnen.

Es ist hier nicht der Ort, die Darstellung des Alkohols aus der Rübenmelasse zu erörtern, es sei nur bemerkt, dass die Melasse mit der gehörigen Menge Wasser verdünnt und mit Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt wird, bevor man ihr die Bierhefe zusetzt, um sie in grossen Bottichen gähren zu lassen. Die gegohrene Flüssigkeit wird destillirt. Die in der Blase zurückbleibende Schlempe oder Vinasse enthält natürlich alle Salze, welche in der Melasse vorhanden waren. Sie wird mit Kalk neutralisirt, vom ausgeschiedenen Gyps getrennt und dann bis zur Syrupconsistenz eingedampft und zuletzt in einem Flammenofen unter fortwährendem Umrühren calcinirt. Die zurückbleibende Schlempekohle (oder Salin) wird mit Wasser ausgelaugt. Die durch Behandeln der Schlempekohle mit Wasser erhaltene Lauge abgedampft, setzt schwefelsaures Kali und Chlorkalium ab, die getrocknet und zur Alaunfabrikation verwendet oder in kohlensaures Kali übergeführt werden. Das Chlorkalium wird auch zur Salpeterfabrikation benutzt. Aus der Mutterlauge krystallisirt ein Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron heraus. Die Mutterlauge wird zur Trockniss eingedampft und der Rückstand geglüht, er liefert das rothe Salz, so genannt, weil es

durch Eisenoxyd röthlich gefärbt erscheint. Durch Auslaugen desselben und durch Abdampfen der Lösung erhält man Potasche. Das Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron wird umkrystallisirt, wobei sich ein Doppelsalz, das weniger kohlensaures Kali enthält, bildet. Man lässt dasselbe in einem Kessel unter dem Einflusse von Wasserdämpfen zergehen, wobei sich kohlensaures Natron absetzt, und die Mutterlauge reich an kohlensaurem Kali zurückbleibt; sie wird eingedampft und der Rückstand als raffinirte Potasche bezeichnet.

VII. Die Gewinnung von Kalisalzen aus den Seetangen als Nebenprodukt der Jodgewinnung, ist in Frankreich, England und Schottland eine sehr umfangreiche. Die Fabrikation beginnt mit der Einäscherung der Pflanzen, wodurch eine halbverglaste Asche entsteht, welche man in Frankreich Varech oder Vraic, in England und Schottland Kelp nennt.

Die Verarbeitung des Kelps geschieht in Schottland auf folgende Weise: Die erste Operation, die mit dem Kelp vorgenommen wird, ist die, ihn mittelst grosser Hämmer in kleine Stücke zu zerschlagen. So vorbereitet, wird er mit heissem Wasser übergossen, um alle löslichen Bestandtheile auszuziehen. Der bei diesem Auslaugen bleibende Rückstand beträgt 30—40 Proc. des Kelps und bildet eine dunkelgrüne erdartige Masse. Dieser Rückstand wird von Glashütten, welche Bouteillen anfertigen, gekauft. Der so erhaltene wässerige Auszug des Kelps wird über freiem Feuer abgedampft; er enthält der Hauptsache nach Chlorkalium, schwefelsaures Kali und Natron, endlich Jodkalium, Schwefelkalium und unterschwefligsaures Kali und Natron; diese Salze werden zum grössten Theile nur durch abwechselndes Abdampfen und Abkühlen in Folge ihrer verschiedenen Löslichkeit getrennt. Das schwefelsaure Kali, als das unlöslichste, fällt schon während des ersten Eindampfens fortwährend zu Boden und wird herausgeschöpft. Nachdem dieses Salz ziemlich vollständig entfernt ist, lässt man die Flüssigkeit in ein grosses gusseisernes Gefäss abfliessen, wo beim Erkalten Chlorkalium herauskrystallisirt und sich an den Gefässwänden festsetzt. Das Chlorkalium geht entweder als solches in den Handel oder wird in schwefelsaures oder kohlensaures Kali übergeführt. Die vom Chlorkalium bleibende Mutterlauge ist das Hauptmaterial zur Darstellung des Jods.

VIII. Aus dem Schweisse der Schafwolle, welche fettsaures Kali in nicht unbeträchtlicher Menge enthält, stellt man in Rheims, Elbeuf, Fourmies und Cherbourg in Frankreich und früher auch zu Moabit bei Berlin Potasche dar, die sich durch grosse Reinheit auszeichnet. In Rheims kauft man Waschwässer vom Waschen der Wolle, dampft dieselbe zum Trocknen ab und erhitzt den kohligen Rückstand in Gasretorten, wobei Leuchtgas und Ammoniak sich entwickeln. In dem schwarzen Rückstand der Retorte sind die Kalisalze enthalten, welche mittelst Wasser extrahirt werden. Die durch Auslaugen erhaltene Flüssigkeit enthält kohlensaures und schwefelsaures Kali und Chlorkalium, die man nach dem gewöhnlichen Verfahren durch Abdampfen und Krystallisirenlassen von einander trennt. Das so erhaltene kohlensaure Kali hat die Eigenthümlichkeit, kein Natron zu enthalten. Ein Vliess von 4 Kilogr. Schwere enthält 600 Grm. Wollschweiss, welcher 198 Grm. reines kohlensaures Kali zu liefern vermag.

Die käuflichen Potaschesorten enthalten ausser dem kohlensauren Kali schwefelsaures Kali, Chlorkalium und unlösliche Substanzen. Da nun ihr Gehalt an reinem kohlensaurem Kali zum grossen Theile, aber nicht allein, ihren Handelswerth bestimmt und derselbe bedeutend variiren kann, so sind die Mittel zur Prüfung der Potache für den Gewerbtreibenden von grossem Werth. Durch die weit niedrigeren Preise der Soda ist dieses Alkali in vielen Fällen an die Stelle der sonst üblichen Potasche getreten und nur wo dieselbe unersetzlich erscheint, wie in der Fabrikation des böhmischen Krystallglases, zum Düngen vieler Pflanzen, wie des Weinstockes, der Zuckerrübe, der Cerealien etc., ferner zur Fabrikation des Schiesspulvers, wo es noch nicht gelang, den Kalisalpeter durch Natronsalpeter zu ersetzen, und endlich zur Darstellung des chlorsauren Kalis, bei welcher das Ammoniak und das Natron das Kali nicht zu vertreten vermag, ist der Gebrauch der Potasche beibehalten worden. Ob indessen nicht durch die Kalisalzfabrikation aus den Stassfurter Mineralien Carnallit und Kainit die Kalifrage in Bälde eine andere Gestalt annehmen wird, ist eine Frage, deren Antwort wol im bejahenden Sinne lauten möchte.

Der Salpeter.

Der **Salpeter** (Kalisalpeter, salpetersaures Kali oder Kaliumnitrat, KNO_3) kommt theils fertig gebildet in der Natur vor, theils wird er als chemisches Produkt künstlich dargestellt. Es ist bekannt, dass an den Mauern der Ställe häufig Auswitterungen (Mauerfrass, Salpeterfrass) beobachtet werden, die zum grössten Theil aus salpetersauren Salzen bestehen. Eben so findet man diese Auswitterung in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens in Spanien, Ungarn, Aegypten, Ostindien (am Ganges und auf Ceylon) und mehreren Theilen Südamerikas (so namentlich zu Tacunga im Staate Ecuador); in Peru findet man sogar salpetersaures Natron (Peru- oder Chilisalpeter) in ungeheuren Massen in einer Erstreckung von mehr als 30 Meilen unter einer Schicht von Thon.

Was die Gewinnung des Salpeters betrifft, so ist dieselbe in Ländern, in welchen, wie z. B. im Königreich Ungarn, der Salpeter auswittert, sehr einfach; man laugt die salpeterhaltige Erde (Gayerde, Gaysalpeter, Kehrsalpeter) mit Wasser, oft unter Zusatz von Potasche, aus, um den in der Erde enthaltenen salpetersauren Kalk zu zersetzen, verdampft die Lauge und bringt dieselbe zur Krystallisation. Den Salpeterbildungsprocess der Natur ahmt man in den Salpeterplantagen künstlich nach, in denen man alle Bedingungen, welche die Salpeterbildung begünstigen, zu erfüllen sucht. Als Materialien wählt man Erde, die reich ist an kohlensaurem Kalk, und als Stickstofflieferer: düngerhaltige Materialien oder Dünger selbst, thierische Abfälle, wie Fleisch, Sehnen, Häute, Blut, Rückstände aus chemischen Fabriken, aus Gerbereien und Leimfabriken, von wollenen Lumpen aus Tuchfabriken. Die Principien, welche man bei der zweckmässigsten Mischung der Erde zur Salpeterbildung zu befolgen hat, sind dieselben, welche in der neueren Zeit die Agriculturchemie zur Herstellung des Compostes kennen ge-

lehrt hat. Aus der präparirten Erde, Muttererde, bildet man Haufen von 2—2,1 Meter Höhe von der Form einer abgestutzten Pyramide. Wenn die Salpetererde der Reife sich nähert, lässt man die Haufen austrocknen; es bildet sich dann an der Oberfläche eine Rinde, welche reicher ist an salpetersauren Salzen als die andere Masse. Diese Kruste wird so oft abgekratzt, bis der Kern des Haufens der Luft zu wenig Oberfläche darbietet. Aus der reifen Salpetererde wird in den Salpetersiedereien der Kalisalpeter auf folgende Weise dargestellt: a) die Erde wird mit Wasser ausgelaugt; b) die Lauge (Rohlauge) wird gebrochen, d. h. sie wird mit der Lösung eines Kalisalzes zusammengebracht, um den vorhandenen salpetersauren Kalk und die salpetersaure Magnesia in Kalisalpeter zu verwandeln; c) die gebrochene Lauge wird abgedampft, um den Salpeter (Rohsalpeter) krystallisirt zu erhalten; d) der Rohsalpeter wird geläutert und raffinirt.

Ein grosser Theil des Salpeters wird übrigens gegenwärtig einfach durch Raffiniren des indischen Salpeters*) dargestellt. In neuerer Zeit erhält man auch sehr bedeutende Mengen von Kalisalpeter aus dem Peru- oder Chilisalpeter. Es lassen sich folgende drei Methoden anwenden: 1) Es wird der Natronsalpeter mit Chlorkalium zerlegt. Die Methode wird gegenwärtig häufig im Grossen benutzt, da die Zersetzung beider Salze eine schnelle und vollständige ist, das abfallende Kochsalz leicht von allem anhängenden Salpeter befreit werden kann, ebenso auch die Reinigung des Salpeters vom Kochsalz einfach und vollständig ist. 2) Es wird der Natronsalpeter durch Potasche in Kalisalpeter übergeführt, wobei als Nebenprodukt reine Soda fällt. Diese Art der Salpeterfabrikation hat sich erst seit dem Krimkriege (1854—55) in Deutschland eingebürgert. 3) Es wird der Natronsalpeter durch Aetzkali zerlegt, welche sich vollständig zu Kalisalpeter und Aetznatron umsetzen.

Der Salpeter wird zu den mannigfaltigsten Zwecken angewendet; seine Hauptanwendungen sind folgende: 1) zur Fabrikation des Schiesspulvers; 2) zur Darstellung der englischen Schwefelsäure und der Salpetersäure; 3) in der Glasfabrikation zum Reinigen der Glasmasse; 4) als Oxydations- und Flussmittel bei verschiedenen Metallarbeiten; als Flussmittel verwendet man häufig ein Gemenge von Salpeter mit Weinstein (zweifach weinsaurem Kali), welches Gemenge zuweilen vorher erhitzt wird. Erhitzt man ein Gemenge von 1 Th. Salpeter mit 2 Th. Weinstein, so entsteht der schwarze Fluss, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit feinzertheilter Kohle. Erhitzt man gleiche Theile Salpeter und Weinstein, so erhält man den weissen Fluss, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit unzersetztem Salpeter. Der schwarze Fluss wird benutzt, wenn Metalle nur umgeschmolzen werden sollen, der weisse dagegen, wenn sich ein Theil der Metalle oxydiren soll; 5) zum Einpökeln des Fleisches neben Kochsalz und zuweilen auch Zucker; 6) zur Bereitung des Schnellflusses und Knallpulvers. Der Schnellfluss von Baumé ist ein Gemenge von 3 Th. Salpeter, 1 Th. Schwefelpulver und 1 Th. Sägespänen (am besten von harzreichem Holze); bringt man in dieses Gemenge eine Silber- oder Kupfermünze, so schmilzt diese, weil sich leicht schmelzbare Schwefelmetalle (Schwefelsilber und Schwefelkupfer) bilden. Das Knallpulver ist ein Gemisch von 3 Th. Salpeter, 2 Th. kohlensaurem

*) Die Einfuhr von indischem Salpeter in England beträgt gegenwärtig jährlich 42—43 Millionen Kilogramm.

Kali und 1 Th. Schwefel, welches in einem Blechlöffel über der Lampe erhitzt, heftig explodirt, indem es durch seine ganze Masse hindurch auf einmal zersetzt wird und dabei grosse Quantitäten Gas sich entwickeln; 7) als Düngemittel in der Landwirthschaft; 8) zur Darstellung vieler chemischer und pharmaceutischer Präparate.

Der Natronsalpeter (salpetersaures Natron, kubischer Salpeter, Perusalpeter, Chilisalpeter, Natriumnitrat, $NaNO_3$) findet sich im District Atacama und Tarapaca, nicht weit vom Hafen Yquique in Peru, in Lagern von wechselnder Dicke in einer Erstreckung von mehr als 30 Meilen mit Thon bedeckt. Die Lager bestehen fast ganz aus reinem, trockenem, hartem Salz und liegen fast unmittelbar unter der Oberfläche des Erdreiches. An anderen Orten in Peru bildet der Natronsalpeter, der über Valparaiso, dem Hauptstapelplatze des in Peru, Bolivien und Chile gewonnenen Salpeters, als Chilisalpeter nach Europa gebracht wird, den Hauptgemengtheil einer sandigen Ablagerung, welche an einzelnen Stellen bis zur Oberfläche der Erde herauftritt, während sie an anderen Stellen bis zu einer Tiefe von höchstens 3 Metern unter der Bodenfläche liegt. Der ungereinigte Chilisalpeter stellt eine aus krystallinischen Bruchstücken bestehende, meist bräunlich oder gelblich gefärbte, etwas feuchte Masse dar, indessen kommt dieses Salz gewöhnlich an Ort und Stelle des Vorkommens durch Auflösen in Wasser und Eindampfen der Lösung bis zur Trockne ganz oder halb gereinigt in den Handel. Er lässt sich nur bedingt zur Fabrikation des Schiesspulvers, wol aber zu der des Sprengpulvers benutzen, da er Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, dagegen verwendet man ihn zur Darstellung der Salpetersäure, der englischen Schwefelsäure, zum Reinigen des Aetznatrons, zur Darstellung des Chlors in den Chlorkalkfabriken, zur Fabrikation von arsensaurem Natron, zum Einpökeln des Fleisches, zur Glasbereitung, zur Regeneration des Braunsteins, zur Umwandelung des Roheisens in Stahl (nach dem Verfahren von Hargreaves und Heaton) und hauptsächlich zur Fabrikation des Kalisalpeters, seitdem das Chlorkalium (durch Zersetzen des Carnallits, als Produkt der Kelpverarbeitung und aus der Schlempekohle) so überaus billig in den Handel gebracht wird. Seit etwa 30 Jahren hat er in Folge seiner günstigen Wirkung auf das Wachsthum der Halmfrüchte eine wichtige Anwendung in der Agricultur als Düngemittel erhalten.

Die Ausfuhr von Salpeter aus Peru beträgt jährlich etwa $4^1/_2$ Millionen Centner. Seit dem 1. September 1873 besteht in Peru das Salpetermonopol.

Die Salpetersäure.

Die Salpetersäure (HNO_3) wird durch Zersetzen von Natronsalpeter (seltener Kalisalpeter) mittelst Schwefelsäure und Verdichtung der hierbei sich bildenden Dämpfe erhalten. Im Grossen stellt man die Salpetersäure in gusseisernen Kesseln oder in gläsernen Retorten dar. Beabsichtigt man chemisch reine Salpetersäure zu erhalten, so stellt man die zuerst bei der Destillation übergehende Portion als salzsäurehaltig bei Seite. Die anzuwendenden Mengen betragen bei Anwendung von gewöhnlichem Salpeter auf 30 Pfd.

dieses Salzes 29 Pfd. englische Schwefelsäure, und bei Anwendung von salpetersaurem Natron auf 17 Pfd. des Salzes $14^2/_3$ Pfd. der Säure. Die stärkste im Handel vorkommende Säure hat ein spec. Gewicht von 1,4; man erhält sie, indem man bei Anwendung von 30 Pfd. Salpeter und 29 Pfd. englischer Schwefelsäure 12 Pfd. Wasser in die Vorlage giesst. Die unter dem Namen Scheidewasser vorkommende Säure hat ein spec. Gewicht von 1,19 bis 1,25; die Säure von 1,35—1,45 führt den Namen doppeltes Scheidewasser.

Wenn man auf 50 Th. Salpeter nur 48 Th. Schwefelsäure zur Zersetzung anwendet, so erhält man als Destillat eine rothgelbe Flüssigkeit, die aus einem Gemenge von Salpetersäure und Untersalpetersäure besteht, die Flüssigkeit führt den Namen rauchende Salpetersäure. Man kann dieselbe auch auf die Weise erhalten, dass man bei der gewöhnlichen Darstellung der Salpetersäure einen Körper zusetzt, welcher zersetzend auf dieselbe einwirkt, so z. B. Stärkemehl, von welchem man $3^1/_2$ Th. auf 100 Th. Salpeter nimmt.

Die Salpetersäure findet Anwendung als Auflösungsmittel für viele Metalle, eine solche Auflösung ist z. B. die des Quecksilbers in Salpetersäure, die von den Hutmachern unter dem Namen Secretage zum Filzen der Haare angewendet wird; sie dient ferner zur Fabrikation der Schwefelsäure, der Arsensäure, der Oxalsäure, des Dextrins, des Silbersalpeters, des Knallquecksilbers, der Schiessbaumwolle, des Collodiums und des Nitroglycerins, um Seide, Horn, Holz gelb zu färben und Stahl und Kupfer zu ätzen, zum Gelbbrennen des Messings und der Bronze, zum Färben des Goldes, zur Bereitung der unter dem Namen Rouille zum Schwarzfärben der Seide angewendeten Eisenbeize, zur Bereitung der Pikrinsäure, des Martiusgelb und des Nitrobenzols in den Theerfarbenfabriken, zur Darstellung der Phtalsäure behufs der künstlichen Bereitung von Benzoësäure, zur Bereitung von Anthrachinon zum Zweck der Alizarindarstellung aus Anthracen u. s. w.

Technik der explosiven Körper.

a) Das Schiesspulver.

Das Schiesspulver ist ein gekörntes Gemenge von Salpeter (meist Kalisalpeter), Schwefel und Kohle in bestimmten Verhältnissen. Bei einer Temperatur von 300° und bei der Berührung mit glühenden oder brennenden Körpern entzündet es sich, verbrennt mit einer gewissen Geschwindigkeit und giebt als Verbrennungsprodukte Stickstoff, Kohlensäure oder Kohlenoxydgas und Schwefelkalium. Wenn die Entzündung in einem verschlossenen Gefässe vor sich geht, so erleiden die Wände durch die grosse Menge der sich entwickelnden heissen Gase einen solchen Druck, dass sie unfehlbar

zerreissen würden, wenn nicht, wie in dem Geschütz, die Einrichtung getroffen wäre, dass ein Theil der Wand nachgiebt. Auf diese Weise wird das Projectil nach einer Richtung hin fortgeschleudert. Dabei ist wohl zu beachten, dass nur derjenige Theil der entwickelten Gase zur Wirkung kommt, welcher gebildet wird, so lange die Kugel den Lauf noch nicht verlassen hat; je langsamer also ein Pulver abbrennt, je geringer ist seine Wirkung auf das Projectil.

Die zur Pulverfabrikation dienenden Materialien müssen von der grössten Reinheit sein, der Salpeter darf keine Chlormetalle, der Schwefel keine schweflige Säure enthalten, deshalb wendet man nie Schwefelblumen, sondern stets Stangenschwefel an. Die grösste Aufmerksamkeit ist auf die Wahl der Kohle zu verwenden. Von Bäumen wählt man mehrjährige Zweige, deren Durchmesser ungefähr 5—8 Centim. beträgt. In dem grössten Theile von Deutschland, Frankreich und Belgien verkohlt man hauptsächlich Faulbaumholz (*Prunus Padus*), aber auch Holz der Pappel, Linde, Erle, Weide, Rosskastanie. Alle die genannten Substanzen geben bei der Verkohlung, die man in Cylindern, die denen der Gasanstalten ähnlich sind, in Gruben, in Kesseln, mittelst erhitzten Wasserdampfes, vornimmt, ungefähr 35—40 Proc. Kohle. Wenn bei der Verkohlung des Holzes die möglichst niedrige Temperatur angewendet worden ist, so erhält man eine röthlichbraune, glatte, mit vielen Querrissen versehene Kohle, die Rothkohle (*charbon roux*).

Die mechanische Bereitung des Schiesspulvers zerfällt in das Pulverisiren oder Zerkleinern der Materialien. Dies kann auf dreierlei Weise geschehen, entweder a) mit Hülfe der Pulverisirtrommeln. Die dazu angewendeten Trommeln bestehen aus zwei starken Holzscheiben, welche durch Bretter zu einem hohlen Cylinder verbunden sind. Im Innern befinden sich vorspringende Leisten, durch welche die herabfallenden Kugeln aufgehalten werden. Die Trommel ist inwendig mit Leder überzogen. Man bringt die zu pulverisirende Substanz mit einer gewissen Anzahl bronzener Kugeln von 8 Millimeter Durchmesser in die Trommel, die auf einer Axe ruht und um dieselbe drehbar ist. Man pulverisirt nun Kohle und Schwefel (jeden dieser Körper für sich), da der in Gestalt von Salpetermehl erhaltene Salpeter schon die nöthige Feinheit besitzt. b) durch Walzmühlen mit vertical auf einem Bodensteine umlaufenden schweren Walzen. c) durch Stampfmühlen, gegenwärtig nur noch in kleineren Fabriken üblich. Die Stampfen, von denen in der Regel 10—12 in einer Reihe nach einander durch eine Daumenwelle gehoben werden, sind von Holz (Ahorn- oder Weissbuchenholz) und mit einem Schuh aus Bronze versehen. Die Stampfen haben bei einer Länge von etwa 3 Meter ein Gewicht von ungefähr 1 Ctr. und machen in der Minute 40—60 Stösse. Die Stampflöcher sind in einem Troge von Eichenholz (dem Grubenstock) birnenförmig ausgemeiselt. In jedem Loche stampft man 16—20 Pfd. Substanz auf einmal.

Das Mengen der gepulverten Materialien geht in den Mengtrommeln vor sich, welche sich von den Pulverisirtrommeln dadurch unterscheiden, dass sie aus Leder bestehen. In den Fabriken, in denen man Walzmühlen oder Stampfmühlen anwendet, schliesst sich das Mengen sofort an das Pulverisiren an. Der Satz wird mit 1—2 Proc. Wasser befeuchtet, was gewöhnlich durch eine an der Axe der Walze angebrachte und mit einem Ventil

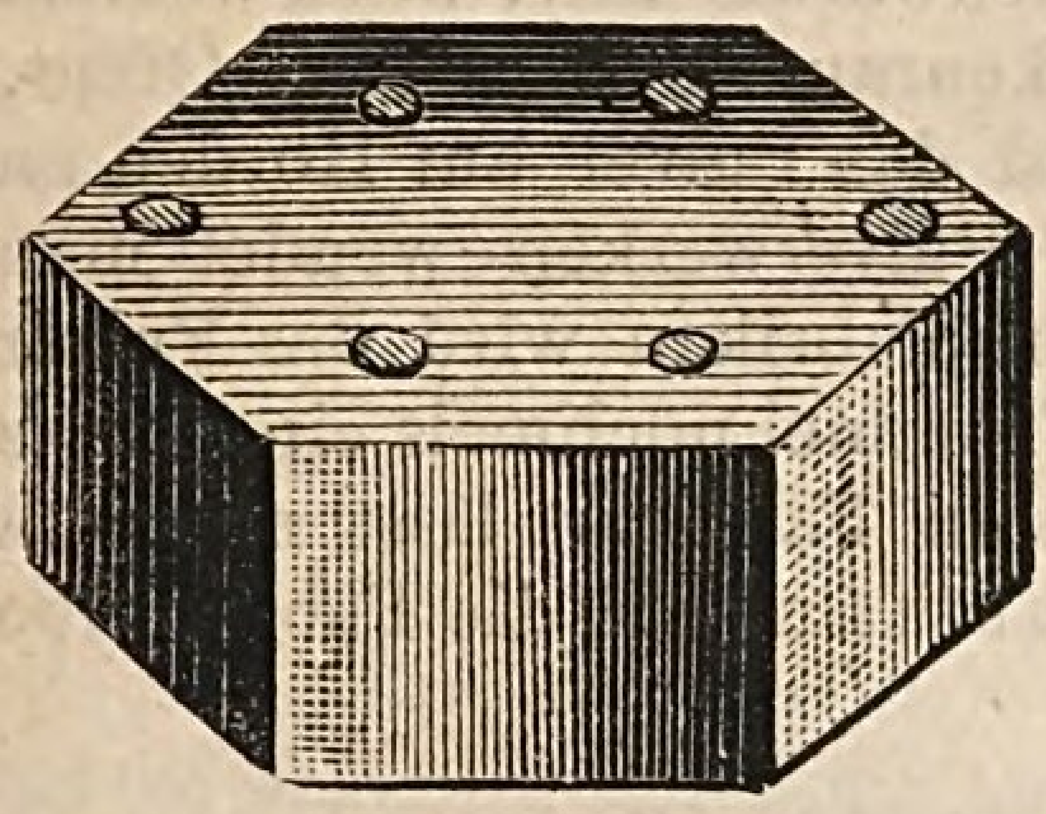
versehene Giessvorrichtung bewerkstelligt wird. Eine salbenähnliche Beschaffenheit deutet die Vollendung des Mengens an. Bei Anwendung von Trommeln und Walzmühlen ist eine besondere Operation, das Verdichten des Satzes, nothwendig. In den französischen und preussischen Pulvermühlen geschieht die Verdichtung durch Zusammenpressen des Satzes zwischen zwei Walzen von 0,6 Meter Durchmesser, von welchen die untere von Holz, die obere von Bronze ist. Zwischen beiden Walzen bewegt sich ein Tuch ohne Ende, auf welches an der einen Seite der befeuchtete Satz gelegt wird. Auf der andern Seite kommt derselbe als Pulverkuchen von 1—2 Centimeter Dicke und dem Ansehen und fast der Härte des Thonschiefers heraus. Das Körnen des Pulverkuchens geschieht entweder 1) durch Siebe oder 2) durch Walzen (Congreve'sche Methode). Die Körnmethode in Sieben geschieht auf folgende Weise: Die Siebe selbst bestehen aus runden hölzernen Rahmen, zwischen welchen mit Löchern versehenes Pergament eingespannt ist. Die Löcher haben verschiedene Dimensionen. Man unterscheidet die Siebe je nach der Grösse ihrer Löcher und dem Zwecke, wozu sie gebraucht werden, als Schrotsiebe, welche zum Zerbröckeln oder Schroten des verdichteten Pulverkuchens dienen; es wird ein Läufer (eine linsenförmige Scheibe) aus hartem Holz (Guajakholz, Vogelbeer- oder Eibenholz) auf das Sieb gelegt und letzteres und der Läufer durch Schütteln bewegt. Durch die zweite Art der Siebe, das Kornsieb, wird dem geschroteten Pulver die erforderliche Grösse des Kornes ertheilt; durch die dritte Art endlich, das Sortir- oder Staubsieb, werden die gleich grossen Körner von den übrigen und der Staub von dem gekörnten Pulver gesondert. Man wendet in deutschen und französischen Fabriken häufig die Körnmaschine von Lefebvre mit acht Sieben an, die in einen achteckigen Holzrahmen eingesetzt sind. Die Congreve'sche Körnmaschine besteht aus drei Paar Messingwalzen, welche mit flachen, vierseitigen Pyramiden (sogenannten Diamantspitzen) versehen sind. Die obersten Walzen sind grobzähniger als die anderen. Der geschrotete Pulverkuchen wird dem obersten Walzenpaare durch ein Tuch ohne Ende zugeführt. Indem derselbe zwischen den Walzenpaaren hindurchgeht, wird er gekörnt und fällt auf Siebe aus Drahtgeflecht, welche durch die Maschine, welche sie fortbewegt, zugleich eine rüttelnde Bewegung erhalten. Unter den Walzenpaaren liegt ein langes, geneigtes Sieb, dessen Maschen so eng sind, dass sie das Kanonenpulver nicht, wol aber das Musketenpulver und den Staub hindurchlassen. Unter ihm in paralleler Lage befindet sich ein zweites feines Sieb, welches nicht das Musketenpulver, sondern nur den Staub hindurchfallen lässt. Unter diesem endlich liegt ebenfalls geneigt der Boden des Siebapparates, auf welchem der Staub sich ansammelt. Die Quantität des Staubes ist bei der Congreve'schen Körnmaschine verhältnissmässig eine geringe, da durch diese Maschine nur eine zerbröckelnde, aber keine zerknirschende Wirkung auf den Pulverkuchen ausgeübt wird.

In der ersten französischen Revolution machte sich das Bedürfniss eines schnelleren Verfahrens der Darstellung des Pulvers und vorzugsweise der Operation des Körnens fühlbar. Man erreichte ein schnelleres Körnen und zugleich ein rundes Pulver durch das Verfahren von Champy. Der dabei angewendete Apparat besteht in einer hölzernen Trommel, durch deren hohle Axe ein mit feinen Löchern versehenes Kupferrohr mitten in der Trommel mündet. Durch die Brause strömt Wasser als ein feiner Regen in den Pulver-

satz. Die Trommel wird um ihre Axe bewegt. Jedes Wassertröpfchen bildet den Mittelpunkt eines Pulverkornes, welches unablässig in dem feuchten Pulversatze sich herumbewegt und sich auf diese Weise abrundet und durch concentrische Schichten einem Schneeball ähnlich sich vergrössert. Das Rotiren der Trommel wird eingestellt, sobald die Körner die erforderliche Grösse erreicht haben. Die Körner sind fast vollkommen kugelförmig, aber nicht von gleicher Grösse. Durch Sieben sortirt man die Körner von einander und von dem Staube. Die zu grossen Körner werden aufs Neue pulverisirt. Die zu feinen Körner wendet man dagegen bei der nächsten Operation an, welches, indem es den Kern bildet, sehr leicht grössere Körner giebt.

Für schwere Geschütze (namentlich Küstengeschütze) als gezogenen Hinterladern hat man in neuerer Zeit eine Modification in der Form der Pulverkörner vornehmen müssen, indem man das sogenannte prismatische Pulver einführte. Dieses Pulver ist nichts anderes als gewöhnliches Pulver, welches, nach Entfernung des Mehlpulvers, in sechseckigen Formen comprimirt worden ist. Jede dieser Formen enthält sechs senkrecht durchgehende kleine Cylinder; das comprimirte Korn hat danach die Gestalt eines glatten sechsseitigen, von sechs Röhren durchbohrten Prismas (Fig. 9). Die mittleren Grössen sind 70 Millimeter Breite auf 25 Millimeter Dicke. Bei der Ladung werden diese Körner lagenweise gelegt. Grösse, Gewicht, Form der Körner, die Zahl der durchgehenden Löcher wechseln je nach dem Geschützkaliber. Tritt die Entzündung ein, so entzündet sich das Korn sowol von aussen als auch im Innern durch die Kanäle, verbrennt aber langsamer als feingekörntes Pulver und dies ist auch die Absicht. Bei der bedeutenden Länge des Rohres des schweren Geschützes wirken die Gase des prismatischen Pulvers, indem sie sich langsamer entwickeln als die des gekörnten Pulvers, vollständig auf das Geschoss, ehe es die Mündung verlassen hat. — Von anderen in neuerer Zeit aufgetauchten Pulversorten sind nachstehende erwähnenswerth: 1) Das englische grosskörnige Pulver für gezogene Geschütze (*large grained rifle powder*), im Handel bezeichnet mit (*l. g. r. p.*), besteht aus 76,4 Proc. Salpeter, 8,8 Proc. Schwefel und 14,8 Proc. Kohle und erscheint in eckigen, mit Graphitpolitur versehenen Körnern, von denen 13000 auf 1 Pfd. engl. (0,454 Kilogr.) gehen. Diese Pulversorte wurde schon 1860 auf Wunsch Armstrong's für dessen gezogene Hinterlader kleinen Kalibers eingeführt; sie verbrennt ungemein schnell und gestattet, namentlich aus Vorderladern von geringer Seelenlänge, bedeutende Anfangsgeschwindigkeiten des Geschosses zu erreichen. 2) Das englische Cylinderpulver (*Pellet powder*) ist ein flacher Cylinder, dessen eine Grundfläche in der Mitte eine Aushöhlung in Gestalt eines abgestumpften Kegels hat. Sein Durchmesser beträgt 22 Millimeter, seine Höhe 15 und die Tiefe seiner Aushöhlung 7 Millimeter. Es brennt langsamer als das (*l. g. r. p.*) und pflegt man es in England ausschliesslich zu Ladungen von 60 Pfd. und mehr zu verwenden. 3) Das englische Kieselpulver (*Pebble powder*) hat seinen Namen von der Aehnlichkeit seiner Körner mit gewöhnlichen Kieselsteinen; es ist ebenso zusammengesetzt wie das grosskörnige Pulver für gezogene Geschütze und unter-

Fig. 9.



scheidet sich von diesem nur durch die Grösse und Dichtigkeit seiner Körner. Man stellt es dar, indem man den in der hydraulischen Presse gepressten Pulverkuchen in Brocken zerkleinert, welche durch ein Sieb von 18 Millimeter Maschenweite noch hindurch gehen, aber auf einem Siebe von 15 Millimeter Maschenweite liegen bleiben. Diese Brocken werden dann in einer Rotirtrommel mit etwas Graphit rollirt, bis sie das Ansehen von schwarzen abgerundeten Kieselsteinen erhalten. Es soll auch für gezogene Hinterlader dem prismatischen Pulver überlegen sein.

Das Poliren, Glätten oder Schleifen des gekörnten Pulvers hat zum Zweck, nicht nur die Körner von allem Staub zu befreien, sondern deren Oberfläche zu glätten. Zu diesem Behufe bringt man etwa 4 Ctr. gekörntes Pulver in eine Trommel, wie sie zum Pulverisiren der Materialien und zum Mengen des Pulversatzes angewendet wird, und lässt die Trommel, natürlich ohne Kugel und Leisten, einige Stunden sich langsam um ihre Axe drehen. In kleinen Pulvermühlen setzt man das Pulver, in dünne Schichten ausgebreitet, zum Trocknen der Luft oder der Sonnenwärme aus, auch bedient man sich daselbst eines in der Mitte des Trockenraumes stehenden Ofens, welcher im Zimmer selbst geheizt wird, während das Pulver auf Horden an den Wänden ausgebreitet liegt. In grösseren Pulverwerken wendet man künstliche Trocknungsmethoden an. In einigen Fabriken wird das Pulver nach beendigter Trocknung in der erwähnten Trommel nochmals eine kurze Zeit polirt. In anderen und zwar in den meisten Fabriken lässt man das zweite Poliren weg und beschliesst mit dem Ausstäuben die Fabrikation des Pulvers.

Ein gutes Pulver muss, ausser der zweckmässigen Zusammensetzung, gewisse physikalische Eigenschaften haben, aus welchen man einen Schluss auf seine Güte ziehen kann. Diese Eigenschaften sind folgende: 1) Es muss schieferfarbig (blaugrauschwarz) sein; eine bloss bläulichschwarze Farbe deutet auf ein zu grosses Verhältniss an Kohle, eine zu schwarze Farbe auf vorhandene Feuchtigkeit. Wurde bei der Fabrikation anstatt der schwarzen Kohle Röstkohle angewendet, so hat das Pulver eine bräunlichschwarze Farbe; 2) es darf nicht glänzend polirt sein: einzelne schimmernde Punkte auf der Oberfläche deuten auf Salpeter, der sich dort durch Krystallisation ausgeschieden hat; 3) die Körner müssen nahezu gleiche Grösse haben, wenn das Pulver nicht absichtlich ein Gemenge von zweierlei Sorten ist; 4) die Körner müssen beim Drücken in der Hand gleichsam knirschen; sie müssen so fest sein, dass sie sich mit den Fingern in der flachen Hand nicht leicht zerreiben lassen; 5) die Körner müssen nach dem Zerdrücken einen unfühlbaren Staub bilden; scharfe Theile, die durch das Gefühl darin unterschieden werden, deuten auf nicht hinlänglich fein gepulverten Schwefel; 6) das Pulver darf nicht abfärben, wenn man es über den Handrücken oder über Papier rollen lässt, sonst enthält es Mehlpulver oder zu viel Feuchtigkeit; 7) ein kleines Häufchen Pulver auf weissem Papier entzündet, muss schnell verbrennen, ohne einen Rückstand zu hinterlassen und ohne das Papier zu entzünden; schwarze Flecken deuten auf zu viel oder schlecht gemengte Kohle; sieht man nach dem Abbrennen des Pulvers auf dem Papier gelbe Streifen, so ist dasselbe mit dem Schwefel der Fall; bleiben keine Körner zurück, so ist das Pulver nicht gut gemengt; lassen sich diese Körner nicht weiter entzünden, so enthält es unreinen Salpeter, ein Fall, der gegenwärtig kaum noch vor-

kommt; brennt das Pulver endlich Löcher in das Papier, so ist es feucht oder von sehr untergeordneter Qualität.

Die Umsetzung, welche das Schiesspulver beim Abbrennen erleidet, lässt sich durch folgendes Schema ausdrücken:

1 Grm. Pulver*)

Salpeter		0,789	
Schwefel		0,098	
Kohle	C	0,076	
	H	0,004	
	O	0,030	

giebt verbrannt

		Grm.		Kubikcentim.
Rückstand 0,680	K_2SO_4	0,422		
	K_2CO_3	0,126		
	$K_2S_2O_3$	0,032		
	K_2S	0,021		
	KCNS	0,003		
	KNO_3	0,037		
	C	0,007		
	S	0,001		
	$(NH_4)_2CO_3$	0,028		
Gase 0,314	N	0,099	=	79,40
	CO_2	0,201	=	101,71
	CO	0,009	=	7,49
	H	0,0002	=	2,34
	SH_2	0,0018	=	1,16
	O	0,0014	=	1,00
0,994				193,10

Das Schiesspulver als Geschütz-, Flinten- und Jagdpulver ist durch keine andere bekannte Substanz zu ersetzen, da andere ähnliche Stoffe, wie Knallquecksilber, chlorsaures Kali u. s. w., zu schnell explodiren und das Geschütz unfehlbar zertrümmern, andere Stoffe, wie die Schiessbaumwolle, unter den Zersetzungsprodukten Wasser und salpetrige Säure erzeugen, die auf die Wände des Geschützes und auf den nachfolgenden Schuss von grossem Einfluss sind.

Die Sprengpulver haben sehr verschiedene Zusammensetzung und bestehen meist aus Natronsalpeter (68), Schwefel (12) und Kohle oder Lohe (20). Das Haloxylin ist ein Gemisch von Kohle, Natronsalpeter und Blutlaugensalz, der Dynamit ist eine Mischung von Nitroglycerin mit Infusorienerde, das Dualin ist ein Gemisch von Nitroglycerin mit nitrirten Sägespänen. Das sogenannte weisse oder amerikanische Pulver ist ein nicht gekörntes Gemenge von chlorsaurem Kali, Zucker und Blutlaugensalz. Das Pikratpulver ist eine Mischung von pikrinsaurem Kali mit Kalisalpeter und Kohle, oder pikrinsaurem und chlorsaurem Kali.

Von den Salzen, die zu farbigen Feuern Anwendung finden, sind es die salpetersauren Verbindungen des Baryts, Strontians und des Natrons,

*) 1 Grm. Pulver nimmt nahezu auch den Raum eines Kubikcentimeters ein und liefert bei der Entzündung, wie oben gesagt, kalt gemessen 193,1 Kubikcentimeter Gas. Im geschlossenen Raume erlangen aber diese Gase eine Temperatur von 3340° C. Wenn die Pulvergase sich ungehindert ausdehnen können, z. B. wenn das Pulver freiliegend abbrennt, wird immer noch eine Temperatur von 2993° C. erreicht. Mit 1 Kilogramm Schiesspulver kann man eine Arbeit von 67410 Meterkilogramme (Kilogrammometer) leisten, d. h. 67410 Kil. (= 1348,2 Centner) auf 1 Meter Höhe heben.

sowie das schwefelsaure Kupferoxydammoniak. Das sogenannte Kaltgeschmolzenzeug, aus grauem Satz, Mehlpulver und Schwefelantimon, die unter Branntwein zusammengerührt werden, bestehend, wird zum weissen Feuer benutzt. Die in der Kriegsfeuerwerkerei gebräuchlichen Mischungsverhältnisse sind folgende, für 100 Theile berechnet:

	Grün	Roth	Gelb	Blau	Weiss
Chlorsaures Kali	32,7	29,7	—	54,5	—
Schwefel	9,8	17,2	23,6	—	20
Holzkohle	5,2	1,7	3,8	18,1	—
Salpeters. Baryt	52,3	—	—	—	—
„ Strontian	—	45,7	—	—	—
„ Natron	—	—	9,8	—	—
Schwefels. Kupferoxyd-Ammoniak	—	—	—	27,4	—
Salpeter	—	—	62,8	—	60
Schwefelantimon	—	5,7	—	—	5
Mehlpulver	—	—	—	—	15*)

Eine schöne weisse Flamme, welche mit einem prachtvoll blauen Rande umgeben ist, erhält man nach Uhden aus 20 Th. Salpeter, 5 Th. Schwefel, 4 Th. Schwefelkadmium und 1 Th. Kohle. Chlorthallium giebt in geeigneter Mischung eine prächtig grüne Flamme. Das Magnesiumlicht ist gleichfalls zu pyrotechnischen Zwecken in neuerer Zeit vorgeschlagen worden.

b) Nitroglycerin.

Das Nitroglycerin (Sprengöl, Nitroleum, Glonoïn) wurde von dem Schweden Nobel im Jahre 1862 zuerst fabrikmässig dargestellt und als Sprengmaterial in die Technik eingeführt. Es hat die Formel $C_3H_5N_3O_9$ oder $\left.\begin{matrix}C_3H_5\\(NO_2)_3\end{matrix}\right\}O_3$. Bei der Verbrennung desselben geben 100 Theile

Wasser	20	Th.
Kohlensäure	58	„
Sauerstoff	3,5	„
Stickstoff	18,5	„
	100,0	Th.

Da das spec. Gewicht des Sprengöls 1,6 ist, so giebt ein Liter davon bei der Verbrennung

*) Es ist vielleicht nicht überflüssig, daran zu erinnern, dass das Zusammenreiben der Materialien sehr gefährliche Explosionen zur Folge haben kann. Die Materialien sind einzeln fein zu reiben und blos mit der Hand unter einander zu mengen.

Wasserdampf .	554	Liter
Kohlensäure. .	469	„
Sauerstoff . . .	39	„
Stickstoff . . .	236	„
	1298	Liter.

Nach in Belgien angestellten Versuchen bilden sich bei der Verbrennung des Nitroglycerins grosse Mengen von Stickoxydul und kein freier Sauerstoff, der Vorgang bei der Explosion lässt sich mithin durch folgende Gleichung veranschaulichen:

$$\left.\begin{matrix}\text{2 Mol.}\\ \text{Nitroglycerin } C_3H_5N_3O_9\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}\text{Kohlensäure} & 6\ CO_2\\ \text{Wasser} & 5\ H_2O\\ \text{Stickoxydul} & H_2O\\ \text{Stickstoff} & 4\ N\end{matrix}\right.$$

Nach der Angabe Nobel's werden bei der Entzündung des Sprengöls diese Gase auf das Achtfache ihres Volumens ausgedehnt. 1 Liter Sprengöl giebt demnach im Moment der Detonation gegen 10,400 Liter Gas und Dämpfe. Mithin gäbe 1 Vol. Sprengöl 10,384 Vol. Gase, während 1 Vol. Pulver nur 800 Vol. bildet. Die Kraft des Sprengöls verhält sich folglich zu der des Pulvers

dem Volumen nach wie 13 : 1,
dem Gewichte nach wie 8 : 1.

Zum Zwecke der Darstellung mischt man rauchende Salpetersäure von 49—50° B. mit der doppelten Gewichtsmenge concentrirter Schwefelsäure. 3300 Grm. des wohlerkalteten Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure bringt man in einen Glaskolben und lässt dann langsam und unter beständigem Umrühren 500 Grm. Glycerin von 30—31° B. hineinfliessen. Ist das Ganze innig gemischt, so giesst man es in das fünf- bis sechsfache Volumen kalten Wassers, welches vorher in rotirende Bewegung versetzt worden ist. Sehr rasch sinkt nun das entstandene Nitroglycerin in Form eines schweren Oeles nieder; man sammelt dasselbe durch Decantiren in einem mehr hohen als breiten Gefässe, wäscht es in demselben einmal mit Wasser, decantirt dieses und giesst das Nitroglycerin in Flaschen. Dasselbe ist jetzt zum Verbrauche fertig.

Nach der von E. Kopp (1868) gegebenen höchst beachtenswerthen Vorschrift wendet man ein vorher bereitetes Säuregemisch von 3 Th. rauchender Schwefelsäure von 66° B. und 1 Th. rauchender Salpetersäure von 49 bis 50° B. (Nitrirsäure) zum Nitriren des Glycerins an. Auf 53 Grm. Glycerin rechnet man 2800 Grm. Nitrirsäure. Von grösster Wichtigkeit ist es, eine merkliche Erwärmung des Gemisches zu vermeiden, indem sonst eine stürmische Oxydation des Glycerins, mit Bildung von Oxalsäure, eintreten würde. Aus diesem Grunde muss das Gefäss, in welchem die Umwandlung des Glycerins in Nitroglycerin stattfindet, fortwährend durch kaltes Wasser von aussen abgekühlt werden. Ist das Ganze innig gemischt, so lässt man es 5—10 Minuten lang ruhig stehen und giesst es dann in das fünf- bis sechsfache Volumen kalten Wassers, welches vorher in rotirende Bewegung versetzt worden ist. Sehr rasch sinkt nun das entstandene Nitroglycerin in Form eines schweren Oeles nieder; man sammelt dasselbe durch Decantiren in einem mehr hohen als breiten Gefässe, wäscht es in demselben einmal mit

Wasser, decantirt dieses und giesst das Nitroglycerin in Flaschen. Champion (1871) empfiehlt das Waschen mit einer schwachen Lösung von Natriumbicarbonat. Dasselbe ist jetzt zum Verbrauche fertig, wenn auch in diesem Zustande noch etwas säure- und wasserhaltig, indess bleibt dies ohne Nachtheil, da, wenn das Präparat bald nach seiner Darstellung verwendet wird, diese Beimischungen auch seinem Detoniren keineswegs Eintrag thun. Es ist immer anzurathen, das Nitroglycerin nie zu transportiren, sondern den für einen Tag erforderlichen Bedarf an Ort und Stelle des Verbrauches selbst darzustellen.

Das Nitroglycerin ist eine ölige Flüssigkeit von gelber bis bräunlicher Farbe, schwerer als Wasser. In Wasser ist es unlöslich, löslich dagegen in Alkohol, Aether u. s. w. Einer selbst wenig intensiven, jedoch länger anhaltenden Kälte ausgesetzt, krystallisirt es in langen Nadeln. Das beste Mittel, Nitroglycerin zur Detonation zu bringen, ist ein recht kräftiger Stoss und Schlag; übrigens lässt sich leicht und ohne grosse Gefahr mit ihm umgehen. In dünner Schicht flach ausgegossen, lässt es sich durch einen brennenden Körper nur schwierig entzünden und es brennt nur theilweise ab; man kann ein Nitroglycerin enthaltendes Fläschchen gegen einen Stein werfen, so dass es zerbricht, ohne dass das Präparat explodirt. Auch lässt es sich durch vorsichtiges Erwärmen ohne Zersetzung verflüchtigen; fängt es aber dabei lebhaft an zu kochen, so droht Detonation. Lässt man einen Tropfen Nitroglycerin auf eine mässig heisse Gusseisenplatte fallen, so verflüchtigt es sich ruhig; ist die Platte rothglühend, so entzündet sich der Tropfen unmittelbar und brennt ebenso wie ein Pulverkorn ohne Geräusch ab. Wenn dagegen die Platte nicht rothglühend, indessen doch so heiss ist, dass das Nitroglycerin sofort in's Kochen geräth, so zersetzt sich der Tropfen plötzlich unter heftiger Detonation. Uebrigens kann das Nitroglycerin, namentlich wenn es unrein und sauer ist, nach Verlauf einer bestimmten Zeit eine freiwillige Zersetzung erleiden, welche von Gasentwickelung begleitet ist. Dieselbe rührt wahrscheinlich von einer ähnlichen Ursache her, wie die freiwilligen Explosionen des Nitroglycerins, deren beklagenswerthe Wirkungen bekannt geworden sind.

Unter dem Namen Dynamit bringt Nobel seit 1867 ein Sprengmaterial in den Handel, welches dadurch hergestellt wird, dass man irgend einen porösen Körper in Pulverform, z. B. Infusorienerde oder Kieselguhr mit Sprengöl tränkt. Gewöhnlich besteht es aus 75 Th. Nitroglycerin und 25 Th. Kieselerde. Es hat vor dem reinen Nitroglycerin den Vorzug, selbst durch den stärksten Stoss nicht zu explodiren. Das Pulver bedarf in Folge dessen einer künstlichen Zündung, wobei es eine solche Gewalt ausübt, dass selbst ohne Besatz die grössten Eisenblöcke gesprengt werden. Es verbrennt in offenem Raume oder unter üblicher Verpackung ohne Explosion. Es entwickelt bei seiner Verbrennung in der Luft etwas salpetrige Dämpfe, bei seiner Explosion nur Kohlensäure, Stickstoff und Wasserdampf, also unschädliche Gase. Es entwickelt bei der Verbrennung keinen Rauch, aber hinterlässt weisse Asche. Es erleidet keine Veränderung durch Feuchtigkeit. In geschlossenem Raume mit sehr starker Widerstandsfähigkeit explodirt es durch Funken; unter allen anderen Umständen erfolgt die Explosion nur durch künstliche Zündung. Die Vorzüge gegen Sprengpulver sind: Grosse Arbeitsersparniss, weil weniger Bohrlöcher von geringerem Durchmesser erforderlich sind. Eine grosse Beschleunigung der Arbeit, da sich die Sprengungen doppelt so rasch wie bei Schiesspulver ausführen lassen. Ersparniss von Spreng-

materialkosten. Das Dynamit kostet vier Mal so viel, leistet aber acht Mal so viel als Pulver. Die fast vollständige Gefahrlosigkeit. Unschädlichkeit der Explosionsgase und Abwesenheit von Rauch. Einfache Anwendung bei nassen Bohrlöchern. Für den Gebrauch bedient man sich geleimter Papierpatronen, in welche das Pulver fest eingedrückt wird. In Steinkohle kann das Pulver locker verwendet werden. Zur Zündung bedient man sich einer Zündschnur mit aufgeschobenem und mittelst Zange darauf festgekniffenen Patentzündhütchen. Diese wird 3 Centimeter tief in das Pulver geschoben, dies fest angedrückt und die Patrone mit einem Papierstöpsel geschlossen. Der Besatz wird aus losem Sand hergestellt. Als Vorsichtsmaassregeln schreibt man vor: Vermeiden des Stäubens mit dem Pulver, weil der Staub giftig ist, und Füllen der Patrone mit einem Löffel aus demselben Grunde. Ferner soll es im Interesse der Oekonomie gerathen sein, möglichst enge Bohrlöcher zu bohren, da sie bei der grossen Kraft des Dynamits ausreichen. (Nobel verkauft das Dynamit mit Emballage in Fässern von 50 Pfund per Pfund zu 18 Sgr. Patentzündhütchen für Dynamit kosten 100 Stück 15 Sgr.) Beim Transport bietet das Dynamit keine Gefahr der Explosion dar. Das von Dittmar erfundene Dualin ist ein Gemisch von Nitroglycerin mit Sägespänen, oder Holzzeug der Papierfabriken, das vorher mit einem Gemisch von Salpeter- und Schwefelsäure behandelt wurde. Das Coloniapulver (von Gebr. Wasserfuhr u. Comp. in Cöln a. Rh.) besteht aus Nitroglycerin (30—35 Proc.) und gewöhnlichem Sprengpulver (65—70 Proc.). Es soll vor dem Dynamit Vorzüge haben. Das Fulminatin (von J. Fuchs in Alt-Berun in Schlesien) ist ebenfalls ein Gemisch von Nitroglycerin mit einer verbrennlichen Substanz. Der in neuerer Zeit aufgetauchte Kohlendynamit (so genannt, weil er speciell für die Kohlenreviere bestimmt ist) besteht aus Dynamit, salpetersaurem Baryt und Colophonium.

Die Production an Dynamit in Europa beträgt gegenwärtig (1874) 15—20,000 Centner.

c. Schiessbaumwolle.

Die Schiessbaumwolle (Schiesswolle, Pyroxylin) wurde 1846 gleichzeitig von Schönbein in Basel und von R. Böttger in Frankfurt a. M. entdeckt. Zu ihrer Darstellung nimmt man gleiche Volumen Schwefelsäure von 1,84 spec. Gewicht und rauchende Salpetersäure, mischt beide Flüssigkeiten in einer Porcellanschale und taucht dann in die Flüssigkeit so viel gekrempelte Baumwolle, als die Flüssigkeit aufzunehmen vermag, bedeckt das Gefäss mit einer Glasplatte und lässt das Ganze bei gewöhnlicher Temperatur einige Minuten lang stehen. Darauf nimmt man die Baumwolle heraus, wäscht sie mit kaltem Wasser, trocknet sie in warmer Luft und krempelt sie nach dem Trocknen, um alle zusammengeballten Theile zu zertheilen. Die Baumwolle darf nicht zu lange Zeit in dem Säuregemisch stehen bleiben, weil sie sich sonst unter heftiger Entwickelung rother Dämpfe auflösen würde.

Die Schiessbaumwolle hat das Ansehen gewöhnlicher Baumwolle und ist selbst unter dem Mikroskop nicht von derselben zu unterscheiden. Sie fühlt sich aber rauher an und hat an Elasticität verloren; sie ist in Wasser, Alkohol und Essigsäure unlöslich, schwer löslich in reinem Aether, leicht löslich in alkoholhaltigem Aether und Essigäther. Bei längerem Aufbewahren erleidet die Schiessbaumwolle eine freiwillige Zersetzung, die sogar mit einer Selbstentzündung endigen kann. Die Angaben über die Temperatur, bei welcher die Schiessbaumwolle sich entzündet, sind nicht übereinstimmend. Häufig lässt sich die Schiessbaumwolle bei 90—100° ohne Gefahr der Entzündung trocknen, während die Entzündung schon bei 43° vorgekommen sein soll. Sie entzündet sich ferner durch starken Stoss und Schlag und hinterlässt nach der Verbrennung keine Spur von Rückstand. Auf gekörntem Schiesspulver abgebrannt, entzündet sich dasselbe nicht. Die Schiessbaumwolle ist sehr hygroskopisch und lässt sich selbst längere Zeit unter Wasser aufbewahren, ohne ihre explosiven Eigenschaften einzubüssen. Nach den besten Analysen hat die Schiessbaumwolle die Formel der Trinitro-Cellulose, $C_6H_7(NO_2)_3O_5$, sie ist demnach zu betrachten als Baumwolle $C_6H_{10}O_5$, in welcher 3 Atome Wasserstoff durch 3 Moleküle Untersalpetersäure ersetzt worden sind. Die Zersetzungsprodukte der entzündeten Schiessbaumwolle sind im luftleeren Raume Kohlenoxyd, Wassergas und Stickstoffgas; im lufterfüllten Raume dieselben Körper, ausserdem aber noch salpetrige Säure und Cyan.

Die Anwendung der Schiessbaumwolle anbelangend, so hat sich dieselbe im Allgemeinen als Ersatzmittel für das Schiesspulver nicht praktisch erwiesen. Obgleich es den Anschein hat, als wäre die Schiessbaumwolle ihrer Leichtigkeit, Reinlichkeit, der Gefahrlosigkeit des Transports wegen, dem Schiesspulver vorzuziehen, so liegen doch bedeutende Unbequemlichkeiten in ihrem grossen Volumen und den damit verbundenen Schwierigkeiten des Transports, so wie in der Erzeugung einer grossen Menge von Feuchtigkeit (Wasser und salpetrige Säure) in dem Rohre, welche beim Schuss nachtheiliger als der feste Pulverrückstand wirkt. Im stark comprimirten Zustande wirkt die Schiessbaumwolle durchaus nicht; sie ist demnach zu Zündern, Raketen u. s. w. nicht anwendbar. Die günstigsten Resultate wurden bei der Anwendung der Schiessbaumwolle zum Sprengen wie zum Füllen der Torpedos erhalten.

Für die Verwendung der Schiessbaumwolle als Pulversurrogat ist es als ein namhafter Fortschritt zu betrachten, dass es in den letzten Jahren den Bestrebungen Abel's gelungen ist, die Schiessbaumwolle mechanisch der Art zu verarbeiten, dass sie hinsichtlich ihres Effektes dem Pulver ähnlich ist. Gewöhnlich wird die Schiessbaumwolle immer in losem, faserigem oder wolligem Zustande angewendet; in der neuesten Zeit wurde sie auch zu Lunten, Garn oder Zwirn gesponnen und in Form von Flechten oder Bändern zu Patronen verarbeitet. Das Verfahren zur Behandlung der Schiessbaumwolle, welchem man in der Praxis den Vorzug giebt, ist das folgende: Zunächst wird die Baumwolle auf bekannte Weise in Schiessbaumwolle verwandelt, zu welchem Behufe man vorzugsweise die Form von losen Lunten (Vorgespinnst) anwendet. Nachdem das Präparat durch Auswaschen in laufendem Wasser und in einer sehr verdünnten Alkalilösung gereinigt worden ist, wird es mittelst einer der Stoffmühle (Holländer) der Papierfabriken ähnlichen Maschine zu einem Brei oder Zeug zerkleinert, welcher dann durch die gewöhnlichen Processe, mittelst deren man Papierzeug in verschiedene Formen bringt, zu

Blättern (Bogen), Scheiben, Cylindern oder anderen durchbrochenen oder massiven Körpern geformt wird. Dem Zeuge oder Breie kann man eine geringe Menge von Gummi oder von einem anderen in Wasser löslichen Bindemittel zusetzen. Um der Masse jeden erforderlichen Grad von Dichtigkeit und Festigkeit zu ertheilen, unterwirft man sie im noch feuchten Zustande dem Drucke hydraulischer oder anderer Pressen. Zum Körnen der Schiessbaumwolle werden die erwähnten Bogen, Scheiben etc. zu Stückchen von der erforderlichen Grösse zerschnitten, oder der noch Wasser und ausserdem eine geringe Menge Bindemittel enthaltende Zeug wird in ein Gefäss gebracht, welchem man eine schwingende Bewegung ertheilt, wodurch er rasch in Körnchen von verschiedener Grösse verwandelt wird, die dann noch sortirt werden können, falls dies für nöthig befunden werden sollte. Anstatt die ganze Masse der Schiessbaumwolle in Zeug oder Brei zu verwandeln, kann man auch einen Theil derselben in ihrem ursprünglichen Zustande lassen und mit dem Brei in solchen Verhältnissen mengen, dass das Gemenge nach dem Pressen eine feste, zusammenhängende Masse von der erforderlichen Dichtigkeit bildet. Diese solide Schiessbaumwolle kann, mag sie nun aus Zeug (Brei) allein, oder aus einem Gemenge von diesem mit faserigem Pyroxylin dargestellt worden sein, auch noch mit Collodium, also mit löslicher Schiessbaumwolle, in flüssiger oder gelöster Form überzogen oder damit imprägnirt werden. Neuerdings ist die Schiessbaumwolle zum Filtriren starker Säuren und ähnlicher energisch wirkender Agentien, so wie mit einer Lösung von Kaliumpermanganat getränkt, als Desinfectionsmittel für übelriechende Wunden empfohlen worden. —

Eine Auflösung der Schiessbaumwolle in Aether benutzt man als klebendes Mittel und bezeichnet dasselbe mit dem Namen Collodium. Diese Lösung ist von Syrupconsistenz. Bringt man dieselbe als dünnen Ueberzug auf die Haut, so bildet sich durch Verdunsten des Aethers eine fest anhängende, undurchdringliche Schicht. Sie dient in der Chirurgie zum Verschliessen von Schnittwunden statt des englischen Pflasters, zur Erzeugung photographischer Bilder auf Glas, als wasserdichter Ueberzug statt des Harzfirnisses, so z. B. bei der Fabrikation der Salonzündhölzchen etc. Wenn man dieselbe der Luft aussetzt, so verdunstet der darin enthaltene Aether und hinterlässt ein dünnes, festes Häutchen, das in Wasser und Weingeist vollkommen unlöslich ist und, mit der trocknen Hand gerieben, in hohem Grade negativ elektrisch wird. Besonders reines Collodium für photographische Zwecke wird in Berlin aus einer besonders präparirten Collodiumwolle, Celloïdin genannt, die sich völlig klar in Aether-Alkohol auflöst, dargestellt.

Das Kochsalz.

Das Kochsalz (Salz, Chlornatrium) ist sowohl im festen Zustande (als Steinsalz), als auch aufgelöst im Meerwasser und als Salzsoolen in der Rinde des Erdkörpers in reichlichster Menge vorhanden. Als Steinsalz findet es sich in grossen Massen. Es kommt mit Zwischenlagern von Thon und Gyps in grossen, fast ganz reinen Stöcken in Lagern von bedeutender Mächtigkeit, meist erst in Tiefen von 100 Meter vor. Massenhafte Steinsalzlager finden

sich in den Tertiärgebilden der Karpathen und zwar im Norden derselben bei Wieliczka, Bochnia, Laczko, Stebnik u. s. w., in der südlichen Abdachung bei Szlatina, Vizackna u. s. w.; in der Kreideformation bei Cardona in der spanischen Provinz Catalonien; in den Alpen und zwar in den Ostalpen Bayerns, Salzburgs und Tyrols sind die allbekannten Salzlager von Berchtesgaden, Hall, Hallein, Ausse, Hallstadt, Ischl u. s. w. In der Triasformation kommen wichtige Salzlager vor im Teutoburger Walde, in Württemberg, in der preussischen Provinz Sachsen, obenan die Salzlager von Stassfurt und Erfurt. Nicht selten findet sich das Steinsalz mit Thon oder Mergel gemengt und bildet dann den Salzthon und das Haselgebirge. Von der ursprünglichen Lagerstätte des Steinsalzes ist sein sekundäres Vorkommen zu unterscheiden. Atmosphärische Wasser, welche in die Tiefe dringen, lösen Salztheile auf und führen sie auf die Oberfläche. Auf solche Weise bilden sich sowol einzelne Salzquellen, als auch Salzsümpfe und Salzseen, aus denen durch allmälige Verdampfung das Salz sich wieder abscheidet; damit steht auch das Vorkommen des Kochsalzes als Efflorescenz aus dem Boden der Salzsteppen (Steppensalz, Wüstensalz, Erdsalz) in Zusammenhang. Bekanntere Salzseen sind der salzige See bei Eisleben, der Eltonsee in der Nähe der Wolga, das Todte Meer und der durch die Mormonen geschichtlich bekannt gewordene Salt Lake in Utah im Osten von dem Felsengebirge in Nordamerika. Was die Bildung der Salzquellen oder Soolen betrifft, so erleidet es keinen Zweifel, dass sie ihren Kochsalzgehalt durch Auslaugung von Steinsalz sich aneigneten. Das Kochsalz findet sich endlich im Meerwasser gelöst als See- oder Meersalz, oder in den Polargegenden auf den Eisflächen in Körnerform abgeschieden, wo es den Namen Rassol führt.

Das Meerwasser der verschiedensten Gegenden enthält immer dieselben Bestandtheile. Die Verschiedenheit in der Menge derselben ist äusserst gering. Das spec. Gewicht des Meerwassers schwankt bei + 17° zwischen 1,0269 und 1,0289; das des Rothen Meeres ist weit höher und beträgt 1,0306. In 100 Th. Meerwasser sind enthalten:

Atlantischer Ocean.	
Chlornatrium	2,7558
Bromnatrium	0,0326
Schwefelsaures Kali	0,1715
Schwefelsaurer Kalk	0,2046
Schwefelsaure Magnesia	0,0614
Chlormagnesium	0,3260
	3,5519

Die Gewinnung des Kochsalzes aus dem Meerwasser in den Meersalinen geschieht meist mit Hülfe von Salzgärten. Sie erstreckt sich in Europa in den am Atlantischen Ocean gelegenen Ländern (Frankreich, Spanien, Portugal) nur bis zum 48° nördl. Breite. Ausser an den Küsten des Oceans wird von Seiten Frankreichs und Spaniens die Meersalzgewinnung am Mittelmeere, Italiens am Tyrrhenischen und Adriatischen Meere, Oesterreichs in Istrien und Dalmatien betrieben. Sie geschieht auf folgende Weise: Man legt die Salzgärten in einer flachen Gegend am Meeresufer an und zwar so, dass sie gegen die Flut geschützt sind; das Meerwasser geht zuerst in ein grosses Reservoir. In diesem Behälter setzen sich alle Substanzen ab, welche suspendirt in dem Meerwasser sich befanden. Durch einen hölzernen Kanal läuft das Wasser in kleinere Behälter, aus welchen es durch unterirdische Röhren in die Gräben fliesst, welche den Salzgarten allenthalben umgeben, in welchen sich das Seesalz zum grossen Theil auf der Oberfläche des Wassers abscheidet. Das Salz wird gesammelt und auf den Gängen angehäuft. Man bildet aus dem herausgenommenen Salze entweder Kegel oder Pyramiden, welche man durch Bedecken mit Seegras oder Stroh gegen den Regen schützt. Indem diese Haufen sich längere Zeit überlassen bleiben, ziehen die zerfliesslichen Salze — das Chlormagnesium und Chlorcalcium — sich in den Boden und hinterlassen das Seesalz ziemlich rein. Die in den Salzgärten verbleibende Mutterlauge wird auf Chlorkalium, Glaubersalz und Magnesiasalze verarbeitet.

Das Steinsalz ist sehr häufig von Anhydrit, Thon und Mergel begleitet. Nicht selten findet sich das Steinsalz in unregelmässigen stockförmigen Massen eingeschlossen, welche im Wesentlichen aus Thon bestehen (Salzthon); oder es werden die Salzmassen durch Mergellager (Haselgebirge) eingeschlossen und von anderen Gebirgsarten getrennt. Im Steinsalze selbst befinden sich zuweilen andere Mineralien abgesondert, so die natürlichen Mutterlaugensalze der Steinsalzlager in Stassfurt, Lüneburg und Kalucz. Das Steinsalzlager bei Stassfurt ist mit einer Decke von bitteren, bunten oder zerfliesslichen Salzen, sogenanntem Abraumsalz (aus 55 Proc. Carnallit, Sylvin und Kainit, 25 Proc. Kochsalz, 16 Proc. Kieserit und 4 Proc. Chlormagnesiumhydrat bestehend), in einer Dicke von nahezu 65 Meter versehen, welches über 12 Proc. Kali enthält und dadurch für die Technik als neue und überaus wichtige Kaliquelle auftritt.

Das Verfahren zur Gewinnung des Steinsalzes ist ein sehr verschiedenes, je nachdem das Steinsalz zu Tage tritt oder durch Schächte, Stollen, Schürfte oder Bohrlöcher entweder unter der Erdoberfläche oder unter einer Gebirgsdecke vorkommt. Tritt das Steinsalz zu Tage, so wird es steinbruchähnlich gewonnen und diese Methode der Gewinnung ist natürlich die einfachste und billigste. Ist aber die unterirdische bergmännische Gewinnung erforderlich, so ist dieselbe um so kostspieliger, in je grösserer Tiefe das Steinsalz lagert. Häufig ist aber nicht nur die Tiefe der Steinsalzlager unter der Oberfläche der Erde, sondern auch die Beschaffenheit der Ablagerung selbst, auch wohl die einmal eingeführte Art der Benutzung des Steinsalzes auf die Wahl der Ge-

winnungsart von Einfluss. Oefters ist das Steinsalz aus Gemengen von Steinsalz, Salzthon, Gyps, Dolomit etc. zusammengesetzt; das so verunreinigte Steinsalz würde als Kochsalz nicht angewendet werden können, sondern erst durch Auflösen und Versieden in Siedesalz umgewandelt werden müssen. Im letzteren Falle sucht man die Förderungs- und Auflösungskosten dadurch zu ersparen, dass man der Natur das Geschäft des Auflösens auf der Lagerstätte selbst überträgt und die gesättigte Salzlösung zu Tage fördert.

Ob man durch Schächte (senkrechte Gruben) oder durch Stollen (horizontale Gänge, welche von aussen bis zu dem Salzlager geführt werden) am zweckmässigsten den Salzberg erreicht, darüber entscheidet nicht nur die Tiefe desselben, sondern auch die Art des zu durchbrechenden Gesteines und die Möglichkeit, zudringende Wässer abzuleiten. Für den Bau auf Steinsalz ist es ein höchst günstiger Umstand, dass in das Steinsalzgebirge so leicht kein Wasser eindringt, indem der das Steinsalz umgebende Salzthon das Wasser zurückhält und das massive Steinsalz sich durch die entstehende gesättigte Soole einen natürlichen Schutzdamm gegen das eindringende Wasser bildet. Nicht allein nur die unbedeutende Menge des Wasserzuflusses, sondern auch das massenhafte Vorkommen des Steinsalzes, dessen Cohäsionsverhältnisse es gestatten, dass hangende Steinsalz- und Salzthonmassen keine Unterstützung brauchen, durch deren Beschaffung die Gewinnungsarbeiten, z. B. bei den Steinkohlen, so bedeutend erschwert und vertheuert werden, tragen zur Erleichterung des Bergbaues auf Steinsalz wesentlich bei. Ist das Gebirge, welches das Steinsalz bedeckt, frei von Spalten, durch welche Wasser eintreten kann, so lassen sich Steinsalzmassen auf weite Strecken ausbrechen, ohne den darüber lagernden Schichten eine Stütze zu geben. Diese Abbaumethode führt den Namen Glockenbau; sie ist in den südöstlichen Karpathenländern gebräuchlich. Eine andere Abbaumethode ist der Kammerbau, bei welchem das Steinsalz in durch mächtige Pfeiler von einander getrennten Räumen (Kammern) weggenommen wird.

Die Salzsoolen finden sich in der Natur in den Salzquellen. In den letzten Jahrzehnten hat man die Natur dadurch unterstützt, dass man sich den Salzlagern, welche die süssen Quellen in Salzquellen überführten, durch Bohrlöcher zu nähern oder dieselben zu erreichen suchte. Die Bohrlöcher sind mithin künstlich dargestellte Soolquellen von solcher Reichhaltigkeit, dass nach und nach die Benutzung der schwachen natürlichen Salzquellen überflüssig wird. Der Salzgehalt eines Bohrloches ist begreiflicherweise am grössten, wenn das Steinsalzlager selbst erreicht worden ist; in einzelnen Fällen wird durch ein Bohrloch eine Anreicherung einer salzarmen Soole herbeigeführt. Um die natürlichen Soolquellen zu gewinnen, werden dieselben gefasst, d. h. sie werden in einen Schacht oder Brunnen (Soolbrunnen), welcher zugleich als Reservoir für grössere Mengen von Soole dienen kann, vereinigt.

Da die meisten natürlichen Soolen zu salzarm sind, um sofort versotten werden zu können, sondern erst durch den Gradirprocess einen Theil ihres Wassergehaltes verlieren müssen, so ist es beim Heben der Soole aus dem

Brunnen am vortheilhaftesten, dieselbe sogleich auf die Gradirhäuser zu heben. Aelter als die Gewinnung der gesättigten Salzsoole mit Hülfe von tiefen Bohrlöchern ist die Darstellung der gesättigten Soolen auf der Salzlagerstätte in den sogenannten Sinkwerken, Wöhren oder Sulzenstücken. Das älteste Verfahren zum Auslaugen des steinsalzhaltenden Salzthones bestand darin, in den Salzthon eine Grube oder eine Cisterne auszugraben und diese mit Wasser auszufüllen. Nachdem das Wasser alles Salz aufgelöst hatte, wurde es ausgeschöpft und in Kesseln eingekocht. Das ausgelaugte Gebirge heisst Heidengebirge. Die aus den Sinkwerken abgelassene Soole bleibt in Reservoiren zum Abklären einige Tage ruhig stehen, ehe sie versotten wird. Von der Bereitung gesättigter Soolen in den Sinkwerken unterscheidet sich die Gewinnung zahlreicher oder gesättigter Soolen mit Hülfe von Bohrlöchern. Diese Soole stammt entweder von einer fliessenden Salzquelle oder einem Soolreservoir im Steinsalzgebirge oder endlich davon her, dass Grubenwasser oder absichtlich eingeleitetes Tagewasser Steinsalz im Gebirge auflöste. Es ist einleuchtend, dass ein jedes Bohrloeh als der senkrechte Schenkel einer communicirenden Röhre, deren anderer Schenkel durch gegen den Horizont geneigte Quellen gebildet wird, in der That ein artesischer Brunnen ist; diese Quellen werden durch das Bohrloch früher mit der Erdoberfläche in Verbindung gesetzt, als es bei dem natürlich fortgesetzten Laufe der Quellen geschehen sein würde. Die zur Hebung der Soole erforderliche Kraft ist von der Höhe abhängig, bis zu welcher die Quelle im Bohrloche aufsteigt. Ist die Steigkraft so gross, dass sich das Wasser nicht nur bis zur Mündung des Bohrloches, sondern durch aufgesetzte Röhren noch über die Erdoberfläche erheben würde, so wird die hebende Kraft in der Pumpe (das Einsetzen und Bewegen eines Kolbens) überflüssig.

Die Gewinnung des Kochsalzes aus den Soolen zerfällt in zwei Operationen:

a) in die Anreicherung der Soolen,

b) in das Versieden der siedewürdigen Soole.

Die natürlichen Soolquellen enthalten selten so viel Kochsalz, dass sie siedewürdig erscheinen. Es folgt daraus die Nothwendigkeit, ihren Salzgehalt zu erhöhen (die Soole anzureichern), was entweder geschehen kann durch Auflösen von Salz (Steinsalz), oder durch Verminderung des Wassergehaltes ohne Anwendung von Brennmaterial. Die Anreicherung einer Soole durch Verminderung des Wassergehaltes heisst das Gradiren der Soole. Die wichtigste Gradirung ist die Tröpfel- oder Dorngradirung. Die Gradirhäuser oder Leckwerke haben Dornwände, aus Balkengerüsten bestehend, deren Zwischenräume mit Dornen (Schwarzdorn oder Schlehdorn, *Prunus spinosa*) ausgelegt sind. Jede Gradirwand, deren Länge sich nach der Grösse der Saline richtet, steht mit ihrem Fusse über einem aus Bohlen construirten wasserdichten Behälter (dem Sumpfe, Bassin oder Hälter), welcher die an den Dornen herabrinnende gradirte Soole aufzunehmen bestimmt ist. Auf dem Gradirhause läuft der ganzen Länge nach ein wasserdichter Kasten, der die zum Gradiren bestimmte Soole aufnimmt. Der Kasten ist mit Tropfhähnen versehen, aus welchen die Soole in Rinnen, an denen Einschnitte sich befinden, läuft; aus diesen Einschnitten gelangt die Soole auf die Dornen. Die bewegenden Kräfte auf den Salinen zum Aufbringen der Soole auf die Gradirhäuser, so wie zur weiteren Fortleitung der gefallenen Soole sind Wasserräder, Göpel, Dampfmaschinen und Windmühlen. Man lässt die Soole wiederholt von den Gradirwerken herabfallen. Die Soole kann durch das

Gradiren bis zu 26 Proc. Salzgehalt angereichert werden, obgleich eine solche Löthigkeit auf wenigen Salinen erreicht wird. Die Tröpfelgradirung ist nicht nur ein Anreicherungsprocess, sondern auch ein Reinigungsprocess, indem ein Theil des Rohsalzgehaltes der Soole, der nicht Kochsalz ist, auf den Dornen der Wände als Dornstein zurückbleibt. Meist besteht er nur aus Gyps und auf dem ersten Soolfalle aus kohlensaurem Kalk, wenn die Soole viel zweifach kohlensauren Kalk aufgelöst enthielt. Wenn nach einigen Jahren der Dornstein zu stark wird, müssen die Dornen herausgenommen und durch frische ersetzt werden. Der Dornstein wird im getrockneten und gemahlenen Zustande als Düngemittel verwendet. Die Tröpfelgradirung hat in neuerer Zeit, seitdem die Bohrlöcher fast allenthalben siedewürdige Soole liefern, viel von ihrer Bedeutung eingebüsst.

Die Aufgabe des Siedeprocesses ist, das Maximum an reinem und trocknem Salze mit dem Minimum an Brennstoff aus einer gegebenen Soole darzustellen. Die ältesten Siedeeinrichtungen waren kesselartige Gefässe. Gegenwärtig wendet man Siedepfannen aus zusammengenieteten gehämmerten Eisenblechplatten an. Die Pfannen sind mit einem Dampfmantel (Brodemfang) versehen, welcher oberhalb des Daches ausmündet und die Wasserdämpfe in die Luft führt. Das Sieden wird ununterbrochen mehrere Wochen fortgesetzt. Es sondert sich dabei Gyps und schwefelsaures Natron theils als Schaum, welcher abgenommen wird, theils als Absatz aus, welchen man mit einer Krücke herausschafft. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Soole eine Salzhaut bildet, hat die Soole die Gare erreicht. Dabei fällt nun die entstandene Salzhaut aus der Soole in kleinen Krystallen zu Boden, es bildet sich eine neue Haut u. s. f., bis sich endlich keine oder nur eine sehr schwache Salzhaut erzeugt. Von nun an wird das Salz ausgewirkt, d. h. mit Schaufeln (Soggestielen) herausgenommen und in konische Körbe aus Weidengeflecht (Salzkörbe) gebracht, die man auf einem an dem Brodemfang angebrachten Gerüste abtropfen lässt, bis nichts mehr abfliesst, worauf man das Salz in der Trockenkammer (Darrstube), welche auf dem Bodenraume des Siedehauses (der Salzkothe) angebracht sind, trocknet und zuletzt in Fässer oder Tonnen bringt.

Die Menge der Mutterlauge, welche nach Ablauf einer Siedeperiode von zwei, drei oder mehreren Wochen zurückbleibt, ist eine sehr geringe. Früher wurde sie meist weggegossen oder zu Bädern gebraucht. Gegenwärtig bereitet man daraus Chlorkalium, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia, künstliches Bitterwasser, auf einzelnen Salinen auch Brom.

In Folge des monopolistischen Zwanges, welchem das Kochsalz bei der Gewinnung und dem Verkaufe (bis 1867) unterworfen war, kommt es vor, dass das Kochsalz absichtlich durch die Administration verunreinigt (denaturalisirt) wird, damit es zu dem innerlichen Gebrauche untauglich werde und nur zu technischen Zwecken oder als Viehsalz (Lecksalz) oder endlich als Düngemittel Anwendung finde.

Nach der Bestimmung des deutschen Zollbundesrathes vom 8. Mai 1868 über die Salzdenaturirung sind in sämmtlichen Zollvereinstaaten als Mischungsmittel bestimmt worden: für Vieh- und Düngsalz $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd oder Röthel (eisenschüssiger Thon), ausserdem 1 Proc. Pulver von unvermischtem Wermuthkraut wenn Siedesalz, und wenn Steinsalz für Viehsalzbereitung verwendet wird, $^1/_2$ Proc. desselben Pulvers. Das Wermuthpulver kann auch durch die doppelte Menge Heuabfälle in völlig zerkleinertem Zu-

stande theilweise ersetzt werden, und zwar so, dass znm Siedesalze mindestens noch $^1/_4$, zum Steinsalz mindestens noch $^1/_8$ Proc. Wermuthpulver verwendet werden muss. Auch darf bei Steinsalz, statt $^1/_2$ Proc. Wermuthpulver, $^1/_4$ Proc. Holzkohle zugefügt werden. Die Denaturirung aber des zu gewerblichen Zwecken bestimmten Salzes hat zu geschehen durch Beimischung von 5 Proc. calcinirtem oder mit 11 Proc. krystallisirtem Glaubersalz, oder endlich mit 5 Proc. Kieserit und $^1/_2$ Proc. gemahlener Holzkohle oder Asche. Ausserdem sind mit Genehmigung für chemische Fabriken, Seifensiedereien, Gerbereien etc. auch andere für sie besonders passende Denaturirungsmittel zulässig.

Das Kochsalz krystallisirt in farblosen Würfeln. Nach der Grösse der Würfel unterscheidet man grob-, mittel- und feinkörniges Salz, ferner Salz von mildem und von scharfem Korn. Ersteres besteht aus vollkommen ausgebildeten Würfeln und fühlt sich daher rauh und scharf an. Das milde Salz besteht zum Theil aus kleinen tafelförmigen und spiessigen Krystallen und lässt sich mit der Hand zusammenballen, während das Salz von grobem und scharfem Korn auseinanderfällt, sobald der Druck nachlässt. Vollkommen reines Kochsalz ist nicht hygroskopisch; in dem gewöhnlichen Siedesalz sind es auch nur die Beimengungen von Chlormagnesium und Chlorcalcium, welche das Salz hygroskopisch machen. Der Wassergehalt des Salzes beträgt 2,5—5,5 Proc. Beim Erhitzen des Kochsalzes bis zur Glühhitze verknistert oder decrepitirt es, indem die zwischen den Lamellen der Krystalle eingeschlossene Mutterlauge Wasserdämpfe entwickelt und die Krystalle zersprengt. Das Kochsalz ist leicht löslich in Wasser. 100 Th. Wasser lösen bei 12° C. 35,91 Th. Kochsalz. Es ist eine Eigenthümlichkeit des Kochsalzes, von heissem Wasser nicht in bedeutend grösserer Menge aufgelöst zu werden, als in kaltem.

Die überaus wichtige und ausgedehnte Anwendung des Kochsalzes ist so bekannt, dass es hier eines näheren Eingehens darauf kaum bedarf. Ausser als Genussmittel (ein Mensch von 75 Kilogr. Gewicht enthält 0,5 Kilogr. Kochsalz und braucht jährlich 7,75 Kilogr.) dient das Kochsalz zu Zwecken der Agricultur und Viehzucht, direct oder indirect zur Bereitung der Soda, des Chlors, des Salmiaks, in der Weissgerberei (zur Bereitung der Alaunbeize), in der Loh- oder Rothgerberei (beim Schwitzen der Häute), zur chlorirenden Röstung der Silbererze (in der Amalgamation und in dem Verfahren der Silbergewinnung von Augustin), bei der Aluminiumfabrikation, zur Darstellung des Natriums, zum Salzen der Brunnen, zum Aussalzen der Seife, zum Glasiren von Thongeschirren (schmilzt man Kochsalz mit eisenhaltigem Thon zusammen, so oxydirt sich das Natrium auf Kosten des Eisens zu Natron, welches sich mit der Thonerde und Kieselerde zu Glasur verbindet, während das Eisen sich mit dem Chlor als Chloreisen verflüchtigt), zum Conserviren von Schiffsbauholz und Eisenbahnschwellen, zum Einsalzen der Fische, des Fleisches und der Butter (es hält sich Butter mit Kochsalz unter Zusatz von 2 Proc. Chlorcalcium gesalzen, weit besser als mit reinem Salz gesalzene; die Anwendung geschieht so, dass man das Kochsalz mit einer sehr concentrirten Lösung des Chlorcalciums befeuchtet).

Seit 1868 ist im Deutschen Reiche die Erzeugung von Speisesalz freigegeben und nur einer ähnlichen Controle wie die Herstellung von Rübenzucker und Spiritus unterworfen; ebenso ist die Einfuhr von Kochsalz gestattet. Die Steuer (Salzsteuer, im Gegensatz zum Salzmonopol eine auf Erzeugung und Einfuhr von Salz gelegte Verbrauchsagabbe), beziehungsweise

der Zollsatz beträgt 6 Reichsmark pro Centner netto. Befreit von der Steuer ist das nach dem Zollvereinsauslande gehende, ferner das (denaturirte) Fabriksalz, Düngesalz und Viehsalz. Im Gebiete des Zollvereins werden jährlich über 5 Millionen Centner Salz von den Steuerstellen verabfolgt. Der auf die einzelnen Zollvereinsstaaten zur Vertheilung kommende Steuerbetrag beläuft sich mithin über 30 Millionen Mark. — Der Zollverein producirt an Salz 15—16 Millionen Centner.

Die Soda.

Alle Soda (kohlensaures Natron oder Natriumcarbonat, hat wasserfrei die Formel Na_2CO_3 und krystallisirt $Na_2CO_3 + 10H_2O$), deren sich die Industrie bedient, hat dreierlei Ursprung, sie ist nämlich entweder

α) natürliche Soda, oder

β) aus Vegetabilien stammende, oder endlich

γ) auf chemischem Wege dargestellte Soda, indem man gewisse in der Natur massenhaft vorkommende Natronverbindungen (Steinsalz, Glaubersalz, Natronsalpeter, Kryolith) unter gleichzeitiger Gewinnung von Nebenprodukten in Soda überführt.

α) *Natürliche Soda.*

In der Natur findet sich die Soda als Bestandtheil vieler Mineralquellen, z. B. der zu Karlsbad, der zu Burtscheid bei Aachen, zu Vichy in Frankreich, des Geissers auf Island, ferner als Auswitterung an vulkanischen Gesteinen, z. B. aus Trass, aber auch aus Gneuss (so bei Bilin in Böhmen), so wie als sogenanntes anderthalb-kohlensaures Natron (Natronsesquicarbonat, $Na_2CO_3 + 2NaHCO_3 + 2H_2O$) in grosser Menge und zwar aufgelöst im Wasser der sogenannten Natronseen. Aegypten, Centralafrika, die Ebenen längs des kaspischen und schwarzen Meeres, Mexico und mehrere südamerikanische Staaten haben solche Seen aufzuweisen. In der grossen ungarischen Ebene wittert in der heissen Jahreszeit kohlensaures Natron als krystallinische Salzdecke, rohe Soda oder Széksó aus, welche eingesammelt und in den Handel gebracht wird. Die ägyptische Soda führt den Namen Tro-Na (daher der Name Natron); sie kommt häufig mit feinem Wüstensand gemischt und in Ziegelform gepresst in den Handel. In Columbia gewinnt man gleichfalls aus Wasser der Natronseen Soda, Urao genannt.

β) *Aus Vegetabilien stammende Soda.*

Eben so wie die Binnenpflanzen aus dem Boden von den Alkalien hauptsächlich Kali aufnehmen, das man als kohlensaures Kali in

der Asche dieser Pflanzen trifft (siehe Potasche), enthalten die am Meeresgestade, im Meere selbst, in Salzsteppen u. s. w. wachsenden Pflanzen unter ihren anorganischen Bestandtheilen mehr oder weniger Natron. Ausser den im Meere selbst vegetirenden Fucusarten sind es besonders die Gattungen *Salsola, Atriplex, Salicornia, Statice* etc., welche zur Fabrikation von Soda verwendet und zu diesem Zwecke in gewissen Gegenden cultivirt werden. Um aus diesen Pflanzen die Soda zu gewinnen, werden dieselben abgemäht, die Fucusarten zur Ebbezeit ans Land gebracht und am Strande getrocknet. Diese Pflanzen werden darauf in Gruben zu Asche verbrannt. Die Hitze steigert sich dabei so sehr, dass die Asche in Fluss geräth und nach dem Erkalten eine harte, graubraune, schlackenartige Masse darstellt. Die Masse führt den Namen rohe Soda.

Der Gehalt der rohen Soda an kohlensaurem Natron ist sehr verschieden; er variirt von 3—30 Proc. Man verarbeitet sie durch Auslaugen und Abdampfen der Lauge. Je nach den verschiedenen Ländern und den verschiedenen Gewinnungsarten unterscheidet man folgende Sodasorten:

a) Barilla, Soda von Alicante, Malaga, Cartagena, den canarischen Inseln; man gewinnt sie aus der Barilla (*Salsola soda*), welche an der spanischen Küste angebaut wird. Sie enthält 25—30 Proc. kohlensaures Natron. b) Salicor oder Soda von Narbonne, durch Verbrennen von *Salicornia annua* erhalten, welche Pflanze man aussäet und nach der Samenentwickelung erntet, enthält 14 Proc. kohlensaures Natron. c) Blanquette oder Soda von Aigues-mortes, aus den zwischen Aigues-mortes und Frontignan vorkommenden Strandpflanzen: *Salicornia europaea*, *Salsola tragus*, *Salsola Kali, Statice limonium*, *Atriplex portulacoides* etc. dargestellt, enthält nur 3—8 Proc. kohlensaures Natron. d) Der Blanquette-Soda etwa gleichwerthig ist die im südlichen Russland viel gebrauchte Araxessoda, welche in Armenien im Districte Scharus auf der Araxeshochebene dargestellt wird. e) Noch geringer als die vorstehende Sorte ist die Vareksoda (Tangsoda), welche in der Normandie und in der Bretagne aus verschiedenen Tangen, besonders dem Blasentang (*Goëmon*, *Fucus vesiculosus*) bereitet wird. f) Mit der Vareksoda ziemlich gleichwerthig ist der Kelp, den man an den westlichen Küsten Grossbritanniens (in Schottland, Irland und auf den Orkneyinseln) aus verschiedenen Salsola- und Tangarten (*Fucus serratus* und *F. nodosus*, ferner *Laminaria digitata*) darstellt. Gegenwärtig wird der Kelp hauptsächlich auf Jod und auf Chlorkalium verarbeitet.

γ) *Auf chemischem Wege dargestellte Soda.*

Der geringe Gehalt der französischen Sodasorten an kohlensaurem Natron versetzte Frankreich viele Jahre hindurch in eine grosse Abhängigkeit von Spanien. Alle die zahlreichen Methoden, die ausfindig gemacht wurden, aus dem Kochsalze eine der Barilla an Wohlfeilheit und Güte gleichkommende Soda zu liefern, führten zu keinem Resultate. Erst in Folge der Revolutionskriege, wo die

Einfuhr von Soda und Potasche gehemmt war und alle Potasche, die Frankreich selbst erzeugte, sofort von den Salpetersiedern und Pulverfabrikanten consumirt wurde, lernte man die Mittel kennen und anwenden, aus Koch- oder Steinsalz in ergiebigerer Weise Soda zu gewinnen. Als das vortheilhafteste Verfahren der Sodabereitung hat bis auf die neueste Zeit der Sodaprocess von Leblanc sich erwiesen, obgleich ihm in dem Ammoniakverfahren ein starker Concurrent erwachsen ist.

Der Leblanc-Process zerfällt in drei Operationen:

a) in die Erzeugung von schwefelsaurem Natron (Sulfat) aus Koch- oder Steinsalz und Schwefelsäure;

b) in die Umwandlung des schwefelsauren Natrons in den Sodaöfen (mittelst eines Gemenges von Kreide und Steinkohlenklein) in Rohsoda;

c) in die Ueberführung der Rohsoda in gereinigte Soda (oder in Aetznatron) durch Auslaugen und Abdampfen.

a) Die Erzeugung von Sulfat aus Kochsalz geschieht meist durch Kammerschwefelsäure. Wie bedeutend der Schwefelsäureverbrauch zu diesem Zwecke ist, geht daraus hervor, dass 50—75 Proc. aller fabricirten Schwefelsäure zur Sulfatbereitung dienen. Die zur Condensation der Salzsäuredämpfe angewendete Methode ist in England allgemein die seit 1836 von Gossage eingeführte, welche im Wesentlichen aus Koksthürmen besteht, in welchen die salzsauren Dämpfe mit kaltem Wasser zusammentreffen. Die Koksthürme oder auch einfach Condensatoren genannt, sind viereckige Thürme von etwa 12—14 Meter Höhe und 1,3 Meter innerer Weite, aus Bruchsteinen gebaut und mit einem Mörtel aus Theer und Lehm gemauert. Eine nicht ganz bis oben hinaufreichende Scheidewand theilt den Ofen in zwei Abtheilungen, welche beide mit Koksstückchen gefüllt sind, die auf einem steinernen Roste liegen. Auf die Koks fliesst fortwährend von oben kaltes Wasser. Die unter den Rost der ersten Abtheilung geleiteten sauren Dämpfe gehen aufwärts und geben an das ihnen entgegenkommende Wasser die meiste Salzsäure ab, gehen dann in der zweiten Abtheilung abwärts und entweichen endlich in den Schornstein. Die entstandene flüssige Salzsäure, die sich unterhalb der Roste ansammelt, wird abgelassen. Die Verdichtung der Salzsäure in den Koksthürmen war aber nie so vollkommen, dass nicht kleine Mengen davon mit den Gasen in die Luft entwichen wären, bis die Sulfatöfen eine wesentliche Verbesserung erfuhren. Diese Oefen waren anfänglich offene Flammenöfen, in welchen die Schwefelsäure auf das Kochsalz in der Weise reagirte, dass das salzsaure Gas zugleich mit den Verbrennungsprodukten der Steinkohle entwich. Das so verdünnte und heisse Gas befand sich somit unter den zur Verdichtung ungünstigsten Bedingungen, wenn es mit Wasser zusammengebracht wurde.

Alle diese Uebelstände sind verschwunden, seitdem man die Construktion der Sulfatöfen in folgender Weise verbessert hat. Der Ofen, welcher nichts zu wünschen übrig lässt, besteht aus zwei Muffeln, von denen die eine aus Gusseisen, die andere aus Backsteinen gemauert ist. Der innere Theil der

ersteren repräsentirt ein Segment einer hohlen gusseisernen Kugel von 3 Meter Durchmesser und 0,47 Meter Tiefe. Er steht auf einer Backsteinlage und ist mit einem gusseisernen Deckel versehen, der gleichfalls ein Kugelsegment von 0,3 Meter Tiefe im Centrum darstellt. In dem Deckel befinden sich zwei durch Thüren verschlossene Oeffnungen; die eine davon dient zum Eintragen des Kochsalzes, während durch die andere das Gemenge in die Backsteinmuffel geschafft wird. Die Feuerung befindet sich seitlich von der gusseisernen Muffel und die Flamme derselben lässt man zunächst auf den Deckel wirken, dann auf die Schale. Die erforderliche Wärme wird somit durch Transmission der Substanzen in der Muffel gegeben, und die Gase, die in diesem Falle nicht mit Luft vermischt werden, entwickeln sich bei einer verhältnissmässig nicht hohen Temperatur. Die Backsteinmuffel liegt neben der eisernen Muffel und stellt eine Kammer von etwa 10 Meter Länge und 3 Meter Breite dar; unter der aus Backsteinen gemauerten Sohle befindet sich eine Reihe von Zügen; ihr oberer Theil besteht aus einem dünnen Gewölbe von Backsteinen, welches ein zweites Backsteingewölbe trägt; in dem Raume zwischen beiden circulirt die Flamme. An einer der beiden Seiten der Backsteinmuffel befindet sich die Feuerung, deren Flamme zunächst in dem Raume zwischen den beiden Gewölben circulirt und dann durch die Züge geht, die unter der Sohle liegen. Auf diese Weise geht die Wärme durch das Mauerwerk der Wölbung und der Sohle auf das Gemenge von Bisulfat und Kochsalz in der Muffel über. Will man mit diesem Apparat arbeiten, so bringt man $^1/_2$ Tonne Kochsalz in die vorgewärmte eiserne Muffel und darauf die erforderliche Menge Schwefelsäure (von 1,7 spec. Gew.). Die Masse wird von Zeit zu Zeit durchgekrückt. Sie verdickt sich allmälig und nach $1^1/_2$ Stunde etwa (nachdem $^2/_3$ der Salzsäure entwichen sind) ist sie so consistent geworden, dass sie durch den Communikationskanal in die Backsteinmuffel geschafft werden kann, welche auf lebhafter Rothglühhitze erhalten wird, damit das salzsaure Gas vollständig entweiche.

b) Die Umwandlung des Sulfates in Rohsoda. Das Sulfat wird behufs seiner Umwandlung in Soda mit Kreide und Kohle gemischt und das Gemenge auf dem Herde eines Flammenofens geschmolzen. In England wendet man gegenwärtig Backkohle statt der Holzkohle an und zwar in dem Verhältniss von

Sulfat	100
kohlensaurem Kalk . .	100
Steinkohle	75

In zehn verschiedenen Fabriken schwankte der auf 100 Th. Sulfat angewendete kohlensaure Kalk zwischen 90 bis 121 Theile, die Kohle zwischen 40 und 75. In England wendet man meist Flammenöfen mit zwei Etagen (*balling-furnaces*) an. In Deutschland haben die Sodaöfen gewöhnlich nur einen Herd, auch sind sie weit grösser. In England bleibt das Gemenge, welches in der oberen Etage durch die verlorene Wärme vorbereitet wurde, nur etwa eine halbe Stunde lang auf dem unteren Herde, welcher den eigentlichen Arbeitsofen ausmacht. Im Jahre 1853 schlugen Elliot und Russell die Vereinfachung der Sodafabrikation durch die Anwendung eines Drehofens vor, wodurch das Rühren der Masse mit der Hand entbehrlich wird. Im Wesentlichen besteht diese Einrichtung darin, dass der Herd des Ofens von einem Cylinder gebildet wird, welcher um seine horizontale Axe gedreht werden kann. Später wurde der Ofen durch Stevenson und William-

son verbessert. Nach dieser Methode kommt das Gemenge von Sulfat, Kalkstein und Kohle in den eisernen Cylinder, der inwendig mit feuerfesten Steinen überkleidet ist. Aeusserlich sind an demselben zwei Rippen angegossen, mit denen der Cylinder auf zwei Paaren von mit entsprechenden Nuthen versehenen Rädern ruht. Das eine Paar Räder ist mit einer Axe versehen, durch deren Drehung den Rädern und durch diese dem Cylinder eine Drehung mitgetheilt wird. Die Feuerluft des Ofens strömt durch den Cylinder und geht dann in den Schornstein.

Beträchtliche Mengen von Rohsoda werden namentlich in England ohne weitere Behandlung zur Seifenfabrikation, in der Bleicherei und zur Fabrikation von Bouteillenglas verwendet.

c) Ueberführung der Rohsoda in gereinigte Soda durch Auslaugen und durch Abdampfen. *α)* Das Auslaugen der Rohsoda. Nach der ursprünglichen Methode des Auslaugens bediente man sich staffelförmig übereinander stehender Bottiche, in welchen die Laugen von verschiedener Stärke enthalten waren. Hierbei war nicht nur die Transportarbeit der nicht erschöpften Rohsoda aus den unteren Bottichen in die oberen eine beschwerliche, sondern die Masse wurde auch dergestalt compact, dass das Eindringen der Flüssigkeit in dieselbe sehr erschwert und selten eine Lauge von grösserer Dichte als 1,15 erhalten wurde. Auf rationelle und ökonomisch vortheilhafte Weise wurde jedoch das Problem des Auslaugens zuerst von Shanks in St. Helens gelöst. Das neue Verfahren gründete sich auf die Thatsache, dass eine Lösung um so dichter wird, je mehr Salze sie gelöst enthält und dass einer Flüssigkeitssäule einer schwachen Lauge von einer gewissen Höhe durch eine minder hohe Flüssigkeitssäule einer stärkeren Lauge das Gleichgewicht gehalten wird. Nach diesem Principe stehen die Bottiche in einer Reihe horizontal nebeneinander; durch dieselben läuft Wasser, welches, indem es die Bottiche durchströmt, die Soda auslaugt und dadurch von Bottich zu Bottich dichter wird; das Niveau der Flüssigkeit sinkt von Bottich zu Bottich, von dem ersten an, der reines Wasser enthält, bis zu dem letzten, von welchem gesättigte Lauge abläuft. Obgleich also die Bottiche in einer Horizontalebene stehen, ist doch das Niveau der Flüssigkeit darin staffelförmig. Die Bottiche sind durch Röhren mit einander verbunden, so dass sie eine endlose Reihe bilden, in welcher die Lauge wie in einem Kreise sich bewegen kann. Da die Bottiche abwechselnd gefüllt und entleert werden, so enthält derjenige, der zuletzt beschickt wurde, auch die reichhaltigste Substanz und die gesättigtste Flüssigkeit, die am dichtesten ist und deshalb am tiefsten steht; folglich ist dieser Bottich bis zur neuen Reihenfolge, der Austrittsbottich, aus welchem man die gesättigte Lauge gewinnt. Andererseits enthält der Bottich, in welchem in diesem Moment die erschöpfteste Masse sich befindet, die schwächste Lauge und diese folglich im höchsten Niveau. Dieser Bottich bildet selbstverständlich das Eintrittsgefäss für das reine Wasser. Sobald die Beschickung in diesem Bottich völlig erschöpft ist, entfernt man sie und ersetzt sie durch neue Beschickung; durch Oeffnen einer Reihe von Hähnen wird dieser Bottich in den Austrittsbottich übergeführt. Zugleich leitet man den Strom kaltes Wasser in den benachbarten Bottich u. s. w. Ausser den Röhren, welche die Bottiche unter sich verbinden, ist jeder Bottich mit einem Ablassrohr mit Hahn versehen, durch welchen man die gesättigte Lauge in ein grosses Reservoir fliessen lässt. Je mehr Bottiche eine Reihe enthält, um so eher lässt sich eine bestimmte Menge Rohsoda in einer gegebenen Zeit erschöpfen.

β) Abdampfen der Lauge. Was das Abdampfen der Lauge betrifft, so sind heutzutage zwei verschiedene Verfahren im Schwange. Nach dem einen Verfahren wirkt die Wärme auf die Oberfläche der Flüssigkeit; das Abdampfen geschieht in viereckigen Pfannen aus Kesselblech, welche auf der Sohle des Flammenofens eingemauert sind. Es findet ein schnelles oberflächliches Sieden statt und die Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt sich mit Salzkrusten, die der Arbeiter zerstört, damit unaufhörlich neue Portionen der Flüssigkeit mit der Wärme in Berührung kommen. Von Zeit zu Zeit wird das zu Boden gesunkene Salz durch Seitenöffnungen herausgedrückt und zum Abtropfen auf eine geneigte Ebene gebracht. Diese Abdampfungsmethode ist ökonomisch und fördernd, sie hat aber den Nachtheil, die sauern Verbrennungsprodukte — Kohlensäure und schweflige Säure — in unmittelbaren Contakt mit der alkalischen Lauge zu bringen und dadurch zu veranlassen, dass das Aetznatron in kohlensaures Natron und ein Theil des letzteren in schwefligsaures übergeht, welches letztere später durch Oxydation in Sulfat verwandelt wird. — Nach dem zweiten Verfahren wirkt die Wärme auf den Boden der Pfanne. Dadurch ist allerdings die Berührung der Verbrennungsprodukte mit der Lauge abgeschnitten, dagegen leidet hierbei die Pfanne weit mehr und es bedarf besonderer Vorsichtsmaassregeln, um dem Verbrennen der Pfanne durch den Absatz einer die Wärme nicht leitenden Salzschicht vorzubeugen.

Gleichviel ob nach der ersten oder zweiten Methode dargestellt, bringt man das erzielte Produkt in einen Flammenofen, in welchem es oxydirt und mit Kohlensäure verbunden wird; das Schwefelnatrium geht hierbei zum grössten Theile in Sulfit und Sulfat über. Das so erhaltene Sodasalz besitzt eine graue Farbe. Um es zu reinigen, löst man es mittelst Dampf in der kleinsten Menge Wasser, lässt sich die Lösung absetzen, decantirt die klare Flüssigkeit und dampft sie von Neuem zur Trockne ab. Auf diese Weise erhält man vollkommen weisses Sodasalz. Aus der Soda (calcinirte Soda) stellt man das krystallisirte kohlensaure Natron dar. Die calcinirte Soda wird in siedendem Wasser gelöst, bis die Auflösung ein specifisches Gewicht von 1,250 zeigt. Die Krystallbildung wird durch Einhängen von 6—9 Centim. breiten Holzstäben in die Flüssigkeit sehr befördert. Das so erhaltene Salz hat die Formel $Na_2CO_3 + 10\,H_2O$ und besteht in 100 Theilen aus 21,8 Th. Natron, 15,4 Th. Kohlensäure und 62,8 Wasser.

Der chemische Process, durch welchen das kohlensaure Natron nach der Methode von Leblanc sich bildet, ist erst durch neuere Untersuchungen aufgehellt worden. Man nimmt in Folge dieser Untersuchungen an, dass in dem Sodabildungsprocesse folgende drei Phasen zu unterscheiden sind:

α) zuerst findet Reduktion des Sulfates unter Entwickelung von Kohlensäure statt ($Na_2SO_4 + 2\,C = Na_2S + 2\,CO_2$);

β) hierauf geht die doppelte Zersetzung zwischen dem entstandenen Schwefelnatrium und dem kohlensauren Kalk vor sich ($Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS$);

γ) zuletzt findet theilweise (und durch das Erkalten der Masse aufgehaltene) Reduktion des überschüssig angewendeten kohlensauren Kalks durch die Kohle statt ($2\,CaCO_3 + 2\,C = 2\,CaO + 4\,CO$). Beim Auslaugen giebt der entstandene Aetzkalk zur Bildung von Aetznatron Veranlassung.

Aus den ausgelaugten Sodarückständen wird gegenwärtig der

darin enthaltene Schwefel (nach den Verfahren von M. Schaffner, P. W. Hofmann und L. Mond) zum grossen Theile regenerirt.

Die Anwendung der Soda zur Seifen- und Glasbereitung ist bekannt.

Unter denjenigen Sodabildungsverfahren, welche eine directe Ueberführung des Kochsalzes in Soda bezwecken, steht das sogenannte Ammoniakverfahren oben an, welche sogar örtlich den Leblancprocess zu verdrängen geeignet erscheint.

Das Ammoniakverfahren, von Dyar und Hemming 1838 ausfindig gemacht und von Schlösing und Rolland 1858 ausgebildet, ist von Solvay in Couillet in Belgien seit 1866 zuerst in die Fabrikindustrie eingeführt worden. Das neue Verfahren gründet sich auf den Umstand, dass eine gesättigte Kochsalzlösung durch Ammonbicarbonat in der Weise zersetzt wird, dass sich schwerlösliches Natriumbicarbonat ausscheidet, während Salmiaklösung zurückbleibt:

$$2\,NaCl + 2\,NH_4 . H . CO_3 = 2\,NaHCO_3 + 2\,NH_4\,Cl.$$

Aus dem Salmiak wird das zum Fällen neuer Kochsalzmengen dienende Ammoniak durch Kalk (oder durch Magnesia) wieder gewonnen:

$$2\,NH_4\,Cl + Ca\,(OH)_2 = 2\,NH_3 + CaCl_2 + 2\,H_2O.$$

Die zum continuirlichen Betriebe nöthige Kohlensäure soll zur Hälfte durch Erhitzen des Natriumcarbonats geliefert werden:

$$2\,NaHCO_3 = Na_2\,CO_3 + H_2\,O + CO_2.$$

Die Vortheile der neuen Methode gegenüber dem Leblanc'schen Verfahren, liegen auf der Hand. Sie spitzen sich zu in der Möglichkeit der directen Ueberführung des Kochsalzes in Soda und in der Thatsache, dass aus gesättigter Soole nur das Natrium und nicht auch die Metalle der Mutterlaugensalze gefällt werden, in dem absoluten Freisein des Produktes von allen Schwefelverbindungen, in der Hochgrädigkeit der erzielten Soda, in der Einfachheit der Apparate und Utensilien, in der grossen Ersparniss an Brennstoff und an Arbeit, und in dem in hygienischer Hinsicht und für die Adjacenten der Fabrik gewiss nicht zu unterschätzenden Umstande, dass keine belästigenden Nebenprodukte und Abfälle auftreten. Die schwache Stelle des Ammoniakverfahrens ist vorläufig noch der Verlust des Chlors des Kochsalzes, das bei der Regeneration des Ammoniaks als werthloses Chlorcalcium auftritt.

Es ist nicht unerwähnt zu lassen, dass man gegenwärtig nicht unbeträchtliche Mengen von Soda bei der Verarbeitung des Kryoliths und als Nebenprodukt bei der Umwandlung des Natronsalpeters in Kalisalpeter gewinnt.

Aetznatron. Seit dem Jahre 1851 wird das Aetznatron entweder in Form höchst concentrirter Lauge, oder häufiger noch als geschmolzenes Natronhydrat oder Natriumhydroxyd NaOH (in 100 Th. Aetznatron aus 77,5 Th. Natron und 22,5 Th. Wasser bestehend) in den Sodafabriken dargestellt und unter dem Namen Soda- oder Seifenstein in den Handel gebracht. Lange Zeit hindurch stellte man nach althergebrachter Weise das Aetznatron durch Behandeln nicht zu concentrirter Lösungen von Rohsoda mit Aetzkalk dar. Um an Brennmaterial behufs des Abdampfens so

verdünnter Flüssigkeiten zu sparen, ahmt man jetzt in vielen Fabriken das von Dale gegebene Beispiel nach, der die verdünnte Natronlösung zum Speisen seines Dampfkessels benutzt und ohne Inconvenienzen die Lauge darin bis auf das spec. Gewicht von 1,24 bis 1,25 bringt. Hierauf wird die Lauge in gusseisernen Kesseln bis auf 1,9 spec. Gewicht abgedampft, bei welchem Concentrationsgrade sie beim Erkalten erstarrt.

Das gegenwärtig in England angewendete Verfahren der Darstellung von Aetznatron ist folgendes: Die Anwendung des Kalkes zur Umwandelung der Soda in Aetznatron ist längst verlassen, vielmehr stellt man bei der Sodafabrikation sofort Aetznatron an. Dies geschieht dadurch, dass man die Quantität Steinkohle, welche man dem Gemisch von Sulfat und Kalkstein (Kreide) zusetzt, etwas vergrössert und die gewonnene Rohsoda sofort mit Wasser von 50° auslaugt. Nachdem man die Lauge sich hat klären lassen, concentrirt man sie rasch bis auf 1,5 spec. Gewicht, wobei sich kohlensaures Natron, schwefelsaures Natron und Kochsalz am Boden ausscheiden und die Flüssigkeit eine ziegelrothe Farbe (sie heisst Rothlauge) annimmt, von einer eigenthümlichen Verbindung von Schwefelnatrium und Schwefeleisen herrührend. Die Lauge wird nachher in grossen gusseisernen Kesseln oder Pfannen erhitzt und, nachdem sie eine hohe Temperatur erreicht hat, nach und nach auf je 100 Kilogr. zu erzielendes Aetznatron mit 3—4 Kilogr. Natronsalpeter versetzt. In dem Verhältnisse als das Wasser entweicht, reagirt der Natronsalpeter auf das Schwefelnatrium und das immer vorhandene Cyannatrium ein und es findet reichliche Ammoniak- und Stickstoffgasentwickelung statt. Ein Theil dieses Ammoniaks rührt von der Zersetzung der Cyanüre her, ein anderer und zwar grösserer Theil ist eine Folge der Oxydation der Schwefelmetalle, wobei Wasser zersetzt wird und der Wasserstoff die Salpetersäure zu Ammoniak reducirt. Wenn die abgedampfte Masse die Dunkelrothglühhitze erreicht, bemerkt man auf der Oberfläche fein zertheilten Graphit als Zersetzungsprodukt des Cyans. Um an Natronsalpeter zu sparen, oxydirt man die Lauge, aus welcher die Soda durch Krystallisirenlassen ausgeschieden wurde, dadurch in einigen Fabriken, dass man dieselbe durch einen Koksthurm laufen und dort einem Luftstrom begegnen lässt: das Schwefeleisen, welches durch das Schwefelnatrium in Lösung erhalten worden war, schlägt sich hierbei nieder. Noch vortheilhafter ist es (nach Helbig), wenn man die Luft nicht mit der Lauge zusammenbringt, sondern die Luft erst in die im rothglühenden Flusse befindliche Masse leitet.

Das Aetznatron findet seine Hauptanwendung in der Seifenfabrikation, in der Verarbeitung und Reinigung der Produkte der trocknen Destillation der Braunkohle, des Torfes etc. zum Zwecke der Darstellung von Paraffin, Solaröl und Carbolsäure, zum Reinigen des Petroleums, zur Bereitung des Natronwasserglases etc.

Das zweifach- oder doppelt-kohlensaure Natron (oder Natriumbicarbonat) $NaHCO_3$ oder $CO\left\{\begin{matrix}OH\\ONa\end{matrix}\right.$ wird dargestellt, indem man gewaschenes Kohlensäuregas durch eine Auflösung von

kohlensaurem Natron leitet. War die Lösung concentrirt, so scheidet sich das zweifach kohlensaure Natron als krystallinisches Pulver aus, war sie verdünnt, so erhält man grosse Krystalle. Da das Kohlensäuregas jedoch nur langsam von der Lösung absorbirt wird, so ist es vortheilhafter, die Kohlensäure auf das krystallisirte oder zum Theil verwitterte kohlensaure Natron einwirken zu lassen. Man nimmt ein inniges Gemenge von 1 Theil krystallisirtem kohlensauren Natron mit 4 Theilen verwittertem Salz oder auch ein Gemenge beider Salze zu gleichen Gewichtstheilen und bewirkt die Sättigung dieses Gemenges am einfachsten durch Hinstellen in flachen Schalen neben gährenden Most, Bierwürze oder Branntweinmaische. Bei der Bereitung von sogenanntem Wassergas für Beleuchtungszwecke (aus glühenden Koks und Wasserdämpfen) kann man die Reinigung des Gases von der Kohlensäure sehr gut mit der Bereitung von Bicarbonat verbinden. Wo Kohlensäure der Erde entströmt, ist die Bereitung dieses Salzes sehr vereinfacht.

Nach dem neuen Sodafabrikationsverfahren, das unter dem Namen Ammoniakprocess (S. 130) seit einigen Jahren in die Fabrikindustrie übergegangen ist, gewinnt man, durch die Einwirkung von Ammonbicarbonat auf Kochsalzlösung zunächst Natriumbicarbonat.

Das zweifach kohlensaure Natron oder Natriumbicarbonat reagirt schwach alkalisch und verliert schon bei 70°, so wie beim Kochen seiner Lösung Kohlensäure und geht in einfach kohlensaures Natron über. Man benutzt es zur Entwickelung von Kohlensäure bei der Herstellung von moussirenden Getränken, zur Bereitung eines Bades zum Vergolden und Verplatiniren, zum Entsäuern von Bier, bei der Bereitung von Brot ohne Gährung (mit Salzsäure oder mit saurem phosphorsauren Kalk). Auch hat man es in neuerer Zeit zum Entschälen der Seide und zum Reinigen der Wolle vorgeschlagen. Es soll die Seide und die Wolle weit weniger angreifen als Seife und Ammoniak.

Die Grösse der Sodaproduktion in Europa ist gegenwärtig (1874) ungefähr folgende:

Grossbritannien	7,350,000 Ctr.
Frankreich . .	2,300,000 „
Deutsches Reich	2,000,000 „
Oesterreich . . .	485,000 „
Uebrige Länder	1,000,000 „
	13,135,000 Ctr.

Die Ausfuhr von Soda aus England betrug

1860	2,049,582 Ctr.
1869	3,516,026 „
1870	3,721,062 „
1871	4,176,667 „
1872	4,458,045 „

von letzterem Quantum gingen 677,594 Ctr. nach Deutschland.

Die Jod- und Bromgewinnung.

Das Jod wird aus dem Kelp und dem Varek dargestellt. Auch in dem rohen Chilisalpeter, so wie in einigen Salzsoolen und in den Phosphoriten kommt das Jod in namhafter Menge vor. Der Hauptsitz der Jodfabrikation ist Glasgow in Schottland, wo 12 Fabriken sich befinden, ausserdem sind zwei Fabriken in Irland und zwei (Brest und Cherbourg) in Frankreich.

Zum Zweck der Jodgewinnung aus Kelp verfährt man auf folgende Weise: Man laugt den in kleine Stücke zerschlagenen Kelp mit Wasser aus, wobei sich 60—70 Proc. lösen und 30—40 Proc. Kelpabfall bleiben. Die Lauge enthält Chloralkalien, Alkalisulfate u. -carbonate, Jodkalium, Schwefelkalium und unterschwefligsaure Alkalien. Durch Eindampfen und Abkühlen der Lauge erhält man nach und nach Kalisulfat, Chlorkalium und Kochsalz. Die Mutterlauge davon wird in offenen flachen Gefässen mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, wobei unter heftiger Entwickelung von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff ein dicker Schaum von Schwefel sich bildet, der abgeschöpft, getrocknet und in den Handel gebracht wird. Nachdem die Gase entwichen sind, setzt man zu der Flüssigkeit noch mehr Schwefelsäure und eine entsprechende Menge Braunstein und bringt die Mischung in ein grosses bleiernes Destillirgefäss, wobei sich Jod entwickelt, welches in den Thonvorlagen als eine feste krystallinische Masse sich absetzt. In Cherbourg gewinnt man das Jod aus der Lauge einfach durch Einleiten von Chlorgas. Nach der letzteren Methode wird das Jod aus dem Jodmagnesium ausgeschieden und durch Chlor ersetzt. Das so erhaltene Jod wird durch Sublimation gereinigt.

Das Jod (J = 127 ; spec. Gew. = 4,94) erscheint als ein schwarzgrauer, krystallinischer, metallglänzender Körper, dem Graphit nicht unähnlich, der sich beim Erhitzen in violette Dämpfe verwandelt. Es schmilzt bei 115° C. und siedet über 200° C. Das Jod löst sich etwas in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, Jodwasserstoffsäure, Jodkalium, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, einer wässrigen Lösung von schwefliger Säure und einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron. Eine Auflösung des Jodes mit Stärke zusammengebracht, färbt letztere violett. Vorgekommene Verfälschung des Jodes mit Kohlenpulver oder Graphit lässt sich durch Behandeln mit Alkohol oder unterschwefligsaurem Natron, in welchem Jod vollkommen löslich sein muss, oder durch Sublimation auffinden. Bisweilen hat man auch das Gewicht des Jodes durch Wasserzusatz zu vermehren gesucht. — Man wendet das Jod in grosser Menge in der Photographie, zur Bereitung des Jodquecksilbers, des Jodkaliums und anderer Jodpräparate an. In neuerer Zeit benutzt man es auch zur Herstellung gewisser Theerfarben, so z. B. des Jodvioletts und Jodgrüns, ferner zur Bereitung des blauen Cyanins, welches aus der Jodverbindung einer aus der flüchtigen Base Lepidin sich bildenden basischen Verbindung besteht.

Die jährliche Produktion an Jod beträgt:

in Schottland und Irland	2400 Ctr.
„ Frankreich	1060 „
„ Tarapaca	300 „
	3760 Ctr.

Bromgewinnung. Die Mutterlaugen mehrerer Salinen wie z. B. der zu Schönebeck (bei Magdeburg), der von Onondaga im Staate New York, ferner die Mutterlauge von der Verarbeitung der Stassfurter Kalisalze (insbesondere des Carnallits, Tachhydrits und Kainits) sind so reich an Brom, dass die Darstellung dieses Körpers daraus lohnend erscheint. Um die Beimengung des Chlors möglichst zu vermeiden, versetzt man die Mutterlauge zunächst mit verdünnter Schwefelsäure, wobei Brom- und Chlorwasserstoffsäure frei werden, um das Gemenge dann bis auf 120° zu erwärmen und so die flüchtige Chlorwasserstoffsäure von der minder flüchtigen Bromwasserstoffsäure zu trennen, welche in der Flüssigkeit zurückbleibt. Beim Erkalten derselben scheiden sich noch schwefelsaure Salze ab. Die von den Krystallen getrennte saure Flüssigkeit wird mit Braunstein und Schwefelsäure destillirt. Als Vorlage dienen zwei Woulff'sche Flaschen, von denen die erste leer bleibt, die zweite aber Natronlauge enthält. In der ersten condensiren sich Wasser, etwas Brom, Bromoform und Bromkohlenstoff, während die Bromdämpfe in die zweite Flasche gehen und sich dort zu Bromnatrium und bromsaurem Natron lösen. Die Lauge wird zur Trockne verdampft, der Rückstand geglüht (um das bromsaure Natron in Bromnatrium zu verwandeln) und mit Schwefelsäure und Braunstein destillirt, wodurch man reines Brom erhält, welches man am besten unter concentrirter Schwefelsäure auffängt und aufbewahrt.

Das Brom ist eine dunkelrothbraun gefärbte Flüssigkeit, die sich schwer in Wasser, leicht in Aether und Alkohol löst, bei + 63° siedet, bei — 24,5° fest wird und sich dem Chlor und Jod ähnlich gegen organische Verbindungen verhält.

Man verwendet es in der Photographie, zur Erzeugung gewisser Theerfarben, so wie zu Desinfectionszwecken.

Die Bromproduktion beläuft sich gegenwärtig (1874) auf etwa 2450 Centner; dieselben vertheilen sich

auf Stassfurt . .	700 Ctr.
„ Frankreich .	100 „
„ Schottland .	300 „
„ Nordamerika	1350 „
	2450 Ctr.

Der Schwefel.

Der Schwefel findet sich häufig im gediegenen Zustande im Gyps und in den damit in Verbindung stehenden Thon- und Mergellagern, im Flötz- und im tertiären Gebirge, selten auf Lagern und Gängen, im krystallinischen Schiefer- und Uebergangsgebirge; ferner auf und in Braun- und Steinkohlenflötzen. Ausserdem kommt er besonders als vulkanisches Sublimationsprodukt vor, so in den Solfataren bei Neapel. In Gängen und Ablagerungen findet er sich am verbreitetsten auf Sicilien, von wo aus fast ganz Europa mit Schwefel versorgt wird. Der Schwefel setzt sich auch aus den Schwefelquellen (z. B. dem Aachner Wasser) ab. Er kommt ferner mit Metallen verbunden als Schwefelkies (FeS_2 mit 53,3 Proc. Schwefel und nicht selten etwas Thallium in den Pyriten und in dem Markasit oder Vitriolkies), Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w. und mit Sauerstoff als Schwefelsäure im Anhydrit, Gyps, Kieserit, Schwerspath, Cölestin u. s. w. vor.

Die Gewinnung des vulkanischen Schwefels geht, je nach der Natur des Rohmaterials und der Reichhaltigkeit desselben, entweder durch Ausschmelzen oder durch Destillation vor sich. Bei reichem Rohstoffe geschieht das Ausschmelzen in gusseisernen Kesseln, welche durch ein Kohlenfeuer gelinde erhitzt werden. Nachdem der darin enthaltene Schwefel geschmolzen ist, schöpft man das Gestein mit einem Löffel heraus und giesst den Schwefel zuletzt in eine mit Wasser benetzte Mulde oder in eine Blechpfanne. Nach dem Erkalten wird die Schwefelmasse in Stücke geschlagen und in Fässer verpackt in den Handel gebracht. Das ausgeschöpfte Gestein wird, ebenso wie ärmeres schwefelhaltiges Gestein in Haufen oder in Schachtöfen ausgeschmolzen, wobei als Brennstoff ein Theil des Schwefels selbst dient. Weit rationeller ist die Gewinnung des Schwefels durch Destillation, wobei man nicht mehr wie früher irdene Töpfe als Retorte und Vorlage, sondern einen wirklichen Destillirapparat anwendet.

Der durch Ausschmelzen erhaltene Schwefel ist der Rohschwefel; er enthält bis zu 8—10 Proc. erdige Theile. Um ihn davon zu befreien, wird er der Raffination unterworfen und beliebig entweder in Form von Stangen als Stangenschwefel oder als feines Pulver als Schwefelblumen in den Handel gebracht.

Der Eisenkies (Pyrit, Schwefelkies) (FeS_2) kann auch zur Darstellung von Schwefel Anwendung finden. Er besteht in 100 Theilen aus 46,7 Theilen Eisen und 53,3 Theilen Schwefel und ist demnach so zusammengesetzt, dass, wenn man ihm genau die Hälfte des Schwefels entzieht, Eisen und Schwefel in einem solchen Verhältniss mit einander verbunden zurückbleiben, dass zur Oxydation dieser Verbindung Eisenvitriol sich bildet. Der Schwefelkies kann mithin 26,65 Theile Schwefel verlieren, ohne dadurch durch Eisenvitrioldarstellung untauglich zu werden. Wollte man jedoch die Hälfte des in dem Schwefelkies enthaltenen Schwefels durch Erhitzen austreiben, so würde eine Temperatur anzuwenden sein, bei welcher das zurück-

bleibende Einfach-Schwefeleisen schmelzen, sich in die zur Destillation angewendeten Thoncylinder ziehen und dieselben zerstören würde. Man begnügt sich deshalb, nur 13—14 Proc. Schwefel aus dem Schwefelkies durch Erhitzen abzuscheiden, wobei der Rückstand pulverförmig bleibt und die Destillationsgefässe nicht angreift. Es lässt sich der Schwefel aus den Kiesen auch durch Röstung (Kernrösten) gewinnen. Hierbei ist der Schwefel Nebenprodukt bei der Gewinnung des Kupfers.

Bei der Reinigung des Steinkohlengases wendet man zum Entschwefeln ein Gemenge von Eisenoxyd mit porösen Körpern (z. B. Sägespäne) an — die sogenannte Laming'sche Mischung — in welcher sich der Schwefel ($Fe_2O_3 + SH_2 = 2\ FeO + H_2O + S$) bis zur Menge von 40 Proc. ansammelt. Nach dem Patent von Hills röstet man sie in einem besonderen Röstofen, um schweflige Säure für die Schwefelsäurefabrikation und andererseits Eisenoxyd zu erzeugen, welches von Neuem zur Entschwefelung des Gases verwendet wird. 1 Tonne (= 20 Ctr.) des Gemenges giebt 1,25 Tonnen englischer Schwefelsäure. Die Steinkohlenmenge, welche in London jährlich zur Leuchtgasbereitung verwendet wird, enthält 200,000 Ctr. Schwefel, entsprechend 612,500 Ctr. englischer Schwefelsäure. Durch einen ähnlichen Vorgang sucht man aus den Sodarückständen (nach dem Verfahren von P. W. Hofmann) mittelst der sauren Chlorentwickelungsrückstände, oder nach dem neueren Schwefelregenerationsverfahren von M. Schaffner und L. Mond Schwefel zu gewinnen. Man erhält auch Schwefel als Nebenprodukt bei der Verarbeitung des Kelps auf Kalisalze und auf Jod. In der Jodfabrik von Paterson in Glasgow beträgt die jährliche Ausbeute an (vegetabilischem) Schwefel aus Kelp gegen 2000 Ctr.

Der Schwefel besitzt eine eigenthümliche gelbe Farbe, die bei 100° dunkler wird und bei — 50° fast verschwindet, lässt sich leicht pulverisiren, hat ein spec. Gewicht von 1,98—2,06, schmilzt bei 115° zu einer dünnflüssigen gelben Flüssigkeit, beginnt bei 160° dickflüssiger und pomeranzengelb zu werden, wird bei 220° zäh und röthlich, zwischen 240 und 260° sehr zäh und rothbraun, über 340° wieder etwas flüssiger, bis er, ohne seine dunkle Farbe zu verlieren, bei 420° zu sieden beginnt und sich in dunkelrothbraune Dämpfe verwandelt. Wenn man bis auf 230° erhitzten Schwefel durch Eintauchen in Wasser plötzlich abkühlt, so erhält man ihn weich und plastisch und er kann in diesem Zustande zu Abdrücken von Medaillen und überhaupt Gravirarbeiten benutzt werden. Da er nach einigen Tagen seine ursprüngliche Härte wieder erlangt, so können die Abdrücke, die er liefert, wieder als Matrizen dienen zur Verfertigung sehr reiner Formen. Wird der Schwefel bei Zutritt der Luft erhitzt, so verbrennt er zu schwefliger Säure. Er löst sich nicht in Wasser, in unbedeutender Menge in absolutem Alkohol und Aether, weit leichter in erwärmten fetten und flüchtigen Oelen (zu Schwefelbalsam), leicht in Schwefelkohlenstoff, Steinkohlentheeröl, Benzol und Chlorschwefel. Er löst sich ferner beim Kochen mit Natron- oder Kalilauge, mit Lösungen von Ein- oder Zweifach-Schwefelkalium oder -Calcium, mit Lösungen gewisser Sulfosalze (z. B. der Verbindung SbS_3, Na_2S, welche dadurch in SbS_5, Na_2S übergeht) und endlich mit schwefligsauren Alkalien, welche dadurch in unterschwefligsaure Salze übergeführt werden.

Man benutzt den Schwefel zur Schwefelsäurefabrikation, zur Bereitung des Schiesspulvers, der Zündrequisiten und Schwefelfäden, zum Schwefeln des Hopfens, des Weines, zum Einpudern des Weinstockes (bei der Trauben-

krankheit), zur Bereitung von schwefliger Säure, schwefligsauren und unterschwefligsauren Salzen, Schwefelkohlenstoff, zur Herstellung von Zinnober, Musivgold und anderen Schwefelmetallen, zur Fabrikation von Ultramarin, zum Kitten, zum Vulkanisiren und Hornisiren des Kautschuks und der Guttapercha u. s. w.

Der meiste Schwefel kommt aus Sicilien. Die Totalausfuhr aus Sicilien betrug

1860	2,500,000 Ctr.
1865	3,550,000 „
1870	4,351,000 „
1871	4,634,000 „
1872	4,862,000 „
1873	5,020,000 „

Die schweflige und unterschweflige Säure.

Die schweflige Säure, (im wasserfreien Zustande SO_2, mit Wasser H_2SO_3), die beim Verbrennen des Schwefels an der Luft, bei vielen metallurgischen Röstprocessen und chemischen Operationen als Nebenprodukt sich bildet, ist für die chemische Technologie eine überaus wichtige Substanz. Sie ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, stechend riechendes Gas. Sie löst sich in Wasser in beträchtlicher Menge. In Weingeist löst sie sich noch reichlicher als in Wasser. Bei Gegenwart von Wasser treten alle höheren Oxydationsstufen des Stickstoffs an die schweflige Säure Sauerstoff ab und verwandeln dieselbe zu Schwefelsäure, während sie selbst zu Stickoxyd reducirt werden. Chlor verwandelt die feuchte schweflige Säure gleichfalls in Schwefelsäure; Jod verhält sich gleichfalls oxydirend, doch bildet sich hierbei Tetrathionsäure. Mit Schwefelwasserstoff zusammengebracht, findet Schwefelausscheidung statt.

Die Hauptanwendung der schwefligen Säure in der Technik ist eine ebenso wichtige als mannichfaltige, sie dient zur Schwefelsäurefabrikation, in der Papierfabrikation als Antichlor, zur Fabrikation der E. Kopp'schen Krapppräparate, zur Bereitung des unterschwefligsauren Natrons, seit einiger Zeit zur Fabrikation von schwefelsaurem Ammoniak aus Harn etc. (das sich bildende schwefligsaure Ammoniak geht an der Luft nach und nach in schwefelsaures Salz über); zum Aufschliessen von Alaunschiefer behufs der Alaunfabrikation; zum Extrahiren des Kupfers aus gewissen Kupfererzen; zum Conserviren (Schwefeln) der eingemachten Früchte, des Weines, des Hopfens, der comprimirten Gemüse, des Fleisches, des Dextrinsyrups, des Zuckersaftes bei der Rüben- und Rohrzuckerfabrikation, zum Bleichen von thierischen Substanzen (Seide, Wolle, Badeschwämme, Federn, Leim, Darmsaiten, Hausenblase), welche durch Chlor nicht farblos, sondern gelb gefärbt werden, von Korb- und Strohgeflechten, von arabischem Gummi etc. Das Bleichen durch schweflige Säure lässt sich auf zwei wesentlich von einander verschiedene Ursachen zurückführen, nämlich in den meisten Fällen auf eine blosse

Verhüllung, in einigen wenigen Fällen aber auf eine wirkliche Zerstörung des Farbstoffes. Die Pigmente der meisten blauen und rothen Blumen, Früchte u. s. w. gehen mit der schwefligen Säure farblose Verbindungen ein; die Farbe ist aber nicht zerstört. Eine durch schweflige Säure gebleichte Rose erhält durch Befeuchten mit verdünnter Schwefelsäure ihre ursprüngliche rothe Farbe wieder. Die Farbstoffe der gelben Blumen verhalten sich indifferent gegen schweflige Säure und werden durch dieselbe nicht gebleicht. Manche Farben, wie das Indigblau, der Carmin und der gelbe Farbstoff der Seide, werden anfänglich durch schweflige Säure nicht gebleicht, später aber findet eine Bleichung statt dadurch, dass unter dem Einflusse des Lichtes der mit ihr gemengte Sauerstoff, d. h. als Ozon, eine Zerstörung der genannten Farben vermittelt. Die sauerstoffentziehende Eigenschaft der schwefligen Säure hat man auch in neuerer Zeit als Feuerlöschmittel benutzt.

Das zweifach-schwefligsaure Natron (Natriumbisulfit, Leukogen, $NaHSO_3$) findet in neuerer Zeit anstatt des unterschwefligsauren Natrons als Antichlor so wie zum Bleichen und Waschen der Wolle und als Conservationsmittel Anwendung.

Das unterschwefligsaure Natron (Natriumhyposulfit) $Na_2S_2O_3 + 5H_2O$, ein in neuerer Zeit vielfältig und zwar zu photographischen Zwecken, in der Metallurgie zum Lösen des Chlorsilbers aus den mit Kochsalz gerösteten Silbererzen und zur hydrometallurgischen Kupfergewinnung, in der Kattundruckerei als Mordant, als Antichlor in der Papierfabrikation u. s. w. angewendetes Salz, lässt sich auf verschiedene Weise darstellen. Am besten stellt man zunächst (aus den Sodarückständen gewonnenen) unterschwefligsauren Kalk dar, indem man schweflige Säure auf die beim Auslaugen der Rohsoda zurückbleibenden Rückstände einwirken lässt, und das so erhaltene Kalksalz durch eine Lösung von schwefelsaurem Natron zersetzt, wobei sich Gyps niederschlägt und unterschwefligsaures Natron in Lösung bleibt.

Es hat die in technischer Beziehung so wichtige Eigenschaft, mit Silberoxyd ein leicht lösliches Doppelsalz (unterschwefligsaures Silberoxyd-Natron) zu bilden und daher unlösliche Silberverbindungen, wie Jodsilber und Chlorsilber, mit Leichtigkeit aufzulösen, deshalb seine Anwendung in der Daguerreotypie und Photographie und zur hydrometallurgischen Silbergewinnung. Unterschwefligsaures Natron löst Jod in grosser Menge, darauf beruht seine Anwendung in der Chlorometrie und überhaupt den jodometrischen Methoden, von denen einige auch in technischer Hinsicht von Wichtigkeit sind. Eine mit schwefligsaurem Natron versetzte Lösung von unterschwefligsaurem Natron löst Malachit und Kupferlasur in Form von unterschwefligsaurem Kupferoxydul-Natron auf; diese Eigenschaft ist zur hydrometallurgischen Kupfergewinnung benutzt worden. Endlich benutzt man das unterschwefligsaure Natron auch zur Darstellung des Antimonzinnobers und zur Bereitung von Anilingrün (Emeraldin). Das unterschwefligsaure Blei und die entsprechende Kupferverbindung hat man als Bestandtheil der Zündmasse phosphorfreier Zündhölzchen anzuwenden vorgeschlagen.

Die Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure (H_2SO_4) kommt in zweierlei Sorten vor, nämlich als:

a) rauchende oder Nordhäuser Schwefelsäure (Vitriolöl), destillirt aus oxydirtem Eisenvitriol oder zweifach-schwefelsaurem Natron, oder durch Zersetzen von Glaubersalz mit Borsäure behufs der Fabrikation von Borax;

b) englische oder gewöhnliche Schwefelsäure, entweder aus schwefliger Säure durch deren Oxydation mittelst Salpetersäure erzeugt, oder, wiewohl äusserst selten aus natürlichen Sulfaten, wie z. B. Gyps, abgeschieden.

Die rauchende Schwefelsäure (eine Lösung von wasserfreier Schwefelsäure in gewöhnlicher Schwefelsäure) stellt man durch Brennen des Eisenvitriols dar.

Die Darstellung der rauchenden Schwefelsäure geschieht auf folgende Weise: Die Eisenvitriollösung wird zur Trockne abgedampft und in Kesseln möglichst entwässert. Die trockene und geschmolzene Salzmasse (Vitriolstein), wesentlich aus schwefelsaurem Eisenoxyd (Ferrisulfat) bestehend, wird in dem Brennofen weiter behandelt; dieser Ofen ist ein Galeerenofen, in welchem die Feuerung in zwei Reihen von feuerfesten irdenen Kolben, deren Hälse so eingemauert sind, dass die Mündungen der Vorlagen bequem in dieselben eingeführt und verkittet werden können, erhitzt. Wenn die Kolben beschickt worden sind, fängt man an zu erhitzen; die zuerst übergehende schweflige Säure enthaltende wasserhaltige Schwefelsäure wird gewöhnlich nicht aufgefangen. Beginnen aber weisse Nebel von wasserfreier Schwefelsäure sich zu zeigen, so legt man die Vorlagen, welche ungefähr 30 Kubikcentimeter Wasser enthalten, vor und beginnt die Destillation, nachdem die Fugen mit Kitt lutirt worden sind. Nach 24 bis 36 Stunden ist die Destillation beendigt. Der in den Retorten bleibende Rückstand ist rothes, noch etwas Schwefelsäure enthaltendes Eisenoxyd (Colcothar). In neuerer Zeit destillirt man weit zweckmässiger schwefelsaures Eisenoxyd, aus Colcothar und englischer Schwefelsäure bereitet, wobei man das in dem Kolben zurückbleibende Eisenoxyd immer wieder benutzen kann. Häufig bringt man auch in die Vorlage englische Schwefelsäure und leitet in diese wasserfreie Schwefelsäure, die man durch Brennen von vollkommen entwässertem Eisenvitriol oder besser durch Erhitzen von schwefelsaurem Eisenoxyd erhält.

Die englische Schwefelsäure besteht in ihrer höchsten Concentration in 100 Theilen aus 81,5 Th. Schwefelsäure und 18,5 Th. Wasser. Sie bildet sich durch die Einwirkung der Luft auf schweflige Säure bei Vorhandensein von Salpetersäure und Wasserdämpfen in besonderen Apparaten, den Bleikammern.

Die Oxydation der schwefligen Säure erfolgt in der Bleikammer unter Einfluss des Wasserdampfes hauptsächlich durch den Sauerstoff der Salpeter-

säure, welche sich hierbei in Stickoxydgas verwandelt. Letztere Säure bewirkt die Oxydation, sobald sie von überschüssigem Wasser aufgenommen ist. Das Wasser disponirt hier zur Schwefelsäurebildung in derselben Weise wie bei anderen, durch die schweflige Säure bewirkten Reduktionsprocessen. Durch die anwesende atmosphärische Luft wird das Stickoxyd zu Untersalpetersäure oxydirt. Durch die Wechselwirkung der Untersalpetersäure und der schwefligen Säure unter Einfluss des Wasserdampfes bildet sich eine Verbindung von Schwefelsäure und salpetriger Säure, welche sich in der Kammer in Form weisser Nebel zu Boden senkt, hier mit der dünnen warmen Kammersäure in Berührung kommt und sich in derselben auflöst, wobei salpetrige Säure in Gasform frei wird. Die salpetrige Säure geht sofort in Untersalpetersäure über; diese wird weiter zersetzt und bei fortwährend zuströmender schwefliger Säure ist der Process der Schwefelsäurebildung ein ununterbrochener. Unter Umständen giebt die salpetrige Säure in Berührung mit schwefliger Säure und überschüssigem Wasser leicht Anlass zur Bildung von Stickoxydul, wodurch Verluste an nutzbaren Oxyden des Stickstoffs entstehen. Die mitunter sich bildenden Krystalle, Bleikammerkrystalle, aus $H_2SO_4 + N_2O_3, SO_3$ bestehend, entstehen nur bei fehlerhafter Leitung des Processes.

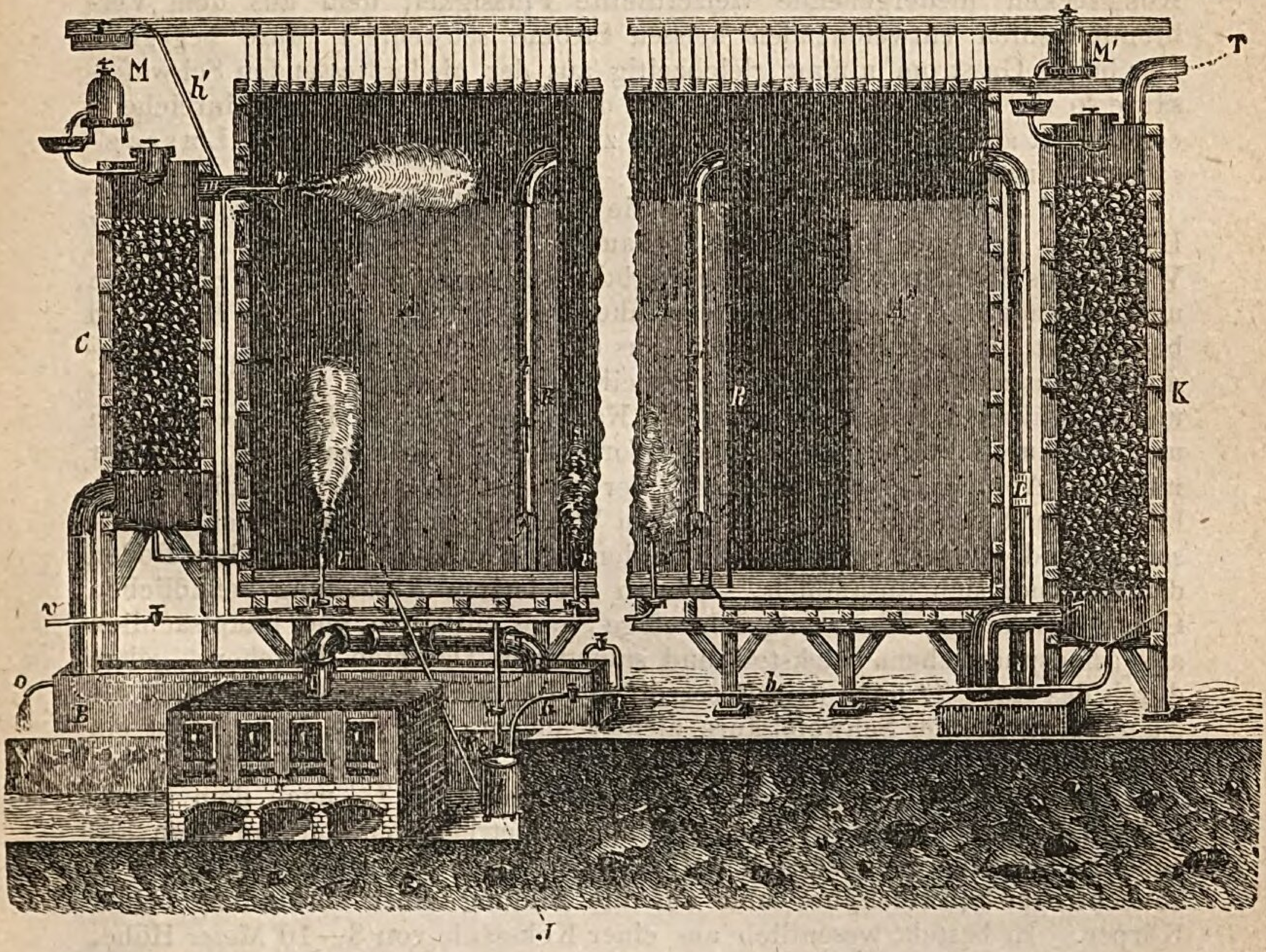
Der chemische Process in der Bleikammer ist durch folgende Gleichungen ausdrückbar:

α) $N_2O_4 + H_2SO_3 = (H_2SO_4 + N_2O_3)$;
β) $(H_2SO_4 + N_2O_3) + 3\,H_2O = (H_2SO_4 + 3\,H_2O) + N_2O$;
γ) $N_2O_3 + H_2SO_3 + 3\,H_2O = (H_2SO_4 + 3\,H_2O) + 2\,NO$.
δ) $2\,NO + 2\,O = N_2O_4$ u. s. f.

Der heutzutage fast überall übliche Apparat der Schwefelsäurefabrikation besteht im Wesentlichen aus vier Theilen, nämlich 1) einem Ofen (Brenner) *F* (Fig. 9), in welchem schweflige Säure durch Verbrennen von Schwefel oder durch Rösten von Eisenkies erzeugt wird; die schweflige Säure entweicht durch das Rohr *T* und führt mit sich die Salpetersäure und die salpetrigen Dämpfe, welche mittelst besonderer Apparate in dem Ofen *F* sich erzeugen; 2) einem mit Koksstücken gefüllten Apparat, in welchem von oben nach unten ein Strom salpetriger Schwefelsäure läuft; 3) einer Anzahl von Kammern aus Bleiplatten (Bleikammern) *A*, *A'* und *A''*, in denen die Bildung der Schwefelsäure unter Mitwirkung von Wasserdämpfen (Hochdruckdämpfen) vor sich geht und endlich 4) einem grösseren mit Koks angefüllten Apparate *K* (Gay-Lussac'schen Condensationsapparat), in welchem Schwefelsäure von 66° B. (= 1,84 spec. Gew.) von oben nach unten läuft und welcher die Bestimmung hat, die Untersalpetersäure und die salpetrige Säure (nicht aber das Stickoxydgas, wie man vor Winkler's Untersuchung glaubte) der aus der letzten Kammer einströmenden Gase zu entziehen, ehe dieselben ins Freie gelangen. Der Ofen, in welchem das Verbrennen des Schwefels geschieht, hat folgende Einrichtung. Auf aus Backsteinen aufgeführten Mauern, die durch Bögen mit einander verbunden sind, liegt eine starke eiserne Platte, die nach vorn etwas geneigt ist. Auf dieser Platte ruhen die Seitenmauern, während die hintere Seite und die Decke des Ofens gleichfalls aus Eisenplatten gebildet sind. Im Innern auf der Eisenplatte, welche die Herdsohle bildet, sind der Länge nach drei eiserne Schienen angebracht, welche den Herd in 3 oder 6 Abtheilungen theilen. Von der eisernen Platte, welche die Decke des Ofens bildet, geht ein weites Rohr ab,

welches die in dem Ofen gebildeten Gase und Dämpfe abführt. Beim Betriebe des Ofens bringt der Arbeiter in jede Abtheilung des Ofens etwa 50 Kilogr. Schwefelstücke und zündet die Oberfläche derselben an, der Zug wird der Art regulirt, dass die erforderliche Menge Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt, aber kein Schwefel sublimirt. Im letzteren Falle würde die producirte Schwefelsäure trübe und milchig ausfallen. Der Schwefelofen hat indessen nicht nur den Zweck, schweflige Säure zu liefern, sondern er soll auch zugleich die salpetrigsauren Dämpfe neben der schwefligen Säure bilden.

Fig. 10.



Zu dem Ende wird in den geschmolzenen Schwefel in jede Abtheilung des Ofens mittelst einer Zange ein Tiegel gebracht, in welchem ein Gemisch von Natronsalpeter und Schwefelsäure von 52° B. (= 1,56 spec. Gew.) sich befindet. Durch die Verbrennungswärme des Schwefels entwickelt sich aus diesem Gemisch Untersalpetersäure und Salpetersäure, welche mit der schwefligen Säure gemengt durch das gusseiserne Rohr *T* entweichen. Das Rohr *T* geht zunächst durch einen hölzernen, mit kaltem Wasser versehenen Kühlapparat *B*, um die Temperatur der Dämpfe zu erniedrigen und führt sie dann in den untern Theil *a* des von G a y - L u s s a c eingeführten Condensationsapparates *C*, welcher der D e n i t r i f i c a t e u r genannt wird.

Neben dem Gay-Lussac'schen Apparate ist in neuerer Zeit eine andere Vorrichtung, Glover's Thurm getreten. Derselbe hat den Zweck, die Oxyde des Stickstoffs möglichst wieder zu gewinnen und eine billigere Concentration der Kammersäure zu ermöglichen. Derselbe hat ähnliche Dimensionen und eine ähnliche Einrichtung wie der Gay-Lussac'sche Thurm. Die aus letzterem austretende, mit salpetrigsauren Gasen gesättigte, concentrirte Schwefelsäure wird auf den Glover'schen Thurm gehoben. Dort entweicht nach der Verdünnung mit Kammersäure alsbald die grössere Menge der gelösten Gase, welche den Kammern wieder zugeführt werden. Ein erheblicher Theil bleibt indessen noch in der verdünnten Säure gelöst, wird aber vollständig ausgetrieben, wenn die in dem Thurm zwischen den Koksstücken niedergehende vielzertheilte Flüssigkeit dem aus dem Verbrennungsofen entweichenden heissen Strome schwefliger Säure begegnet. Der heisse Gasstrom nimmt gleichzeitig aus der niederfliessenden Schwefelsäure so viel Wasser weg, dass sie auf dem Boden des Thurmes hinreichend concentrirt anlangt, um alsbald wieder zur Beschickung des Gay-Lussac'schen Thurmes zu dienen.

In den Bleikammern geht nun die Bildung der Schwefelsäure vor sich. Häufig ist nur eine Bleikammer vorhanden, welche wie in Fig. 10 durch Wände aus Bleiplatten R, R' in drei Abtheilungen getheilt ist, die mit ihrem unteren Ende in die Schwefelsäure tauchen, womit der Boden der Kammern bedeckt ist. Durch Rohre ist, wie aus der Zeichnung ersichtlich, die Communication zwischen den Kammerabtheilungen hergestellt. Die Röhren v, v' und v'' führen Dampfstrahlen in die Kammern, welche die Gase mischen und das zur Schwefelsäurebildung erforderliche Wasser zuführen. In der mittleren Abtheilung oder Kammer, der grössten von allen, geht die Hauptbildung der Säure vor sich, die an den Wänden der Kammern sich niederschlägt und mit vielem Wasser verbunden (als Kammersäure) auf dem Boden der Kammer sich ansammelt. Die in der letzten Abtheilung befindlichen Gase, welche nur sehr wenig schweflige Säure enthalten und hauptsächlich aus atmosphärischem Stickstoff und salpetrigen Dämpfen bestehen, gehen durch das Rohr T' nach dem Reservoir aus Bleiblech D, in welchem sich die letzten Antheile der Schwefelsäure niederschlagen. In dem Rohr T' ist ein Schaufenster L, durch welches man die Farbe der Gase wahrnehmen kann. Aus dem Reservoir D gehen die Gase durch das Rohr T'' nach dem eingeführten Apparat K, in welchem sich alle salpetrigsauren Verbindungen abgeben. Dasselbe gründet sich auf die Löslichkeit der salpetrigen Säure in concentrirter Schwefelsäure und auf die Bildung einer Verbindung beider Körper. Er besteht wesentlich aus einer Kokssäule von 8—10 Meter Höhe, über welche aus der Mariotte'schen Flasche M' Schwefelsäure von 62 oder 64° B. mittelst eines Schaukelapparates strömt. Die Schwefelsäure nimmt aus den Gasen alle salpetrige Säure auf und geht durch die Bleiröhre h h in ein Reservoir J, aus welchem die Säure durch Dampfdruck mittelst h' nach der Mariotte'schen Flasche geleitet werden kann. Das Rohr T''' endlich führt die Gase in den Fabrikschornstein ab. — Was die Capacität der Bleikammern betrifft, so ist für je 20 Kilogr. Schwefel, die in 24 Stunden umgewandelt werden, ein Kammerraum von 1000 Kubikfuss rh. (= 30 Kubikmeter) erforderlich. Da hierbei etwa 60 Kilogr. Schwefelsäurehydrat entstehen, so erzeugt obiger Raum von 1000 Kubikfuss pro Stunde etwa 2,5 Kilogr. Schwefelsäure.

Die zur Schwefelsäurebildung erforderliche schweflige Säure wird nicht immer durch Verbrennen von Schwefel in Substanz, sondern auch noch auf andere Weise erzeugt, so z. B. durch Rösten von Schwefelmetallen (Eisen- und Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Kupferrohstein etc.) zu metallurgischen Zwecken oder direct zum Behufe der Schwefelsäurefabrikation. In letzterer Hinsicht verdient hauptsächlich der Eisenkies oder Pyrit FeS_2 (mit 53,5 Proc. Schwefel) Beachtung. Das Rösten der Pyrite geschieht in besonderen Oefen (Kilns); die Pyrite kommen entweder in Pulverform oder in Stücken von etwa Nussgrösse zur Anwendung. Die Construction der zum Rösten der Pyrite dienenden Oefen ist eine sehr verschiedene, häufig sind sie jedoch Schachtöfen, den gewöhnlichen Kalköfen nicht unähnlich. In neuerer Zeit sind jedoch die Kilns durch Oefen mit Rosten ersetzt worden, bei welchen die quadratischen Roststäbe mittelst eines Schlüssels drehbar gemacht sind, wodurch sich deren Fugen nach Belieben mehr öffnen und schliessen lassen. Man kann dadurch die Verbrennung auf das Genaueste reguliren. Die vollkommenste Röstung geht jedoch in dem seit 1864 aufgetauchten und glänzend bewährten Gerstenhöfer'schen Röstofen vor sich, welchem sich in neuester Zeit der vortreffliche Röstofen von Robert Hasenclever beigesellt hat.

Bei Anwendung kupferkieshaltiger Pyrite werden die Abbrände (Kiesabbrände) auf nassem Wege entkupfert (und entsilbert) und dann in dem Hohofen auf Roheisen verhüttet.

Die Säure, welche sich aus den verschiedenen Bleikammern in einem Hauptreservoir angesammelt hat (Kammersäure), wird von hier abgezogen, sobald sie ein spec. Gewicht von 1,5 oder 50° B. erreicht hat. Diese Säure wird entweder, wie z. B. zum Aufschliessen der Phosphate in den Düngerfabriken, in der Sodafabrikation, der Darstellung von Stearinsäure, Salpetersäure, Eisenvitriol etc., sofort verwendet oder, wenn sie versendet werden soll, durch Abdampfen zur höchsten Concentration gebracht.

Die Concentration der Kammersäure zerfällt in zwei verschiedene Phasen. Die erste kann in Bleigefässen ausgeführt werden, die zweite dagegen erfordert die Anwendung von Platin- oder Glasgefässen. In Bleipfannen kann die Schwefelsäure nur bis zu einer gewissen Concentration gebracht werden, weil sonst das Blei angegriffen und sogar schmelzen würde. Schwache Schwefelsäure greift das Blei nur wenig an, concentrirte und siedende Säure dagegen bildet unter Entwickelung von schwefliger Säure schwefelsaures Bleioxyd. Manche Fabrikanten concentriren ihre Säure bis zu 60° B. (= 1,71 spec. Gew.) in den Bleipfannen, andere nur bis zu 55° (= 1,59 spec. Gew.), noch andere nur bis zu 52° B. (= 1,54 spec. Gew.).

Die zur Concentration angewendeten Bleipfannen sind viereckig, weit und ziemlich flach und ruhen auf Eisenplatten, so dass sie nicht unmittelbar von dem Feuer getroffen werden. Die Säure darf in den Bleipfannen höchstens 24—30 Centim. hoch stehen. Nachdem die Säure in den Bleipfannen bis zur erforderlichen Concentration gelangt ist, bringt man sie (als Pfannensäure) zur weiteren Concentration in Glas-, Steingut- oder Platingefässe.

Der heutzutage häufig angewendete Concentrirapparat aus Platin befindet sich neben den Bleipfannen; die Einrichtung ist so getroffen, dass die Feuerung des Kessels mit dem Feuerraum communicirt. Er wird von der Pfanne, in der das Niveau fast unveränderlich ist, durch einen Bleiheber gespeist, dessen längerer Schenkel in ein Gefäss taucht, das mit Hülfe einer fixen Rolle bis über das Niveau gehoben und auch wieder niedergelassen werden kann. Sobald das erstere der Fall ist, steht die Schwefelsäure in der Pfanne und dem Gefässe in gleichem Niveau und der Heber ist geschlossen; wirkt aber der Heber gesenkt, so beginnt der Heber an zu spielen und die Säure fliesst in den Kessel. Der auf demselben befindliche kleinere Hut mündet in das Schlangenrohr eines Kühlapparates, in welchem die überdestillirte verdünnte Säure verdichtet wird. Die condensirte Flüssigkeit besteht zuerst aus Wasser mit sehr wenig Säure. Sobald aber die Temperatur der siedenden Säure bis auf 310—320° gestiegen ist, verdichtet sich in dem Kühlapparat die concentrirteste Säure. Um die bis zu 1,78—1,80 (= 63—66° B.) specifischem Gewicht concentrirte Säure aus dem Kessel zu entfernen, bedient man sich des Breant'schen Hebers, derselbe ist von Platin.

Dort, wo die Glasretorten zu billigem Preise zu haben sind, concentrirt man die Schwefelsäure in Glasretorten, welche in der Zahl von 10 in Sandbädern in einem Galeerenofen liegen. Die Retorten sind mit Allongen versehen, welche in irdene Ballons münden, um die sich entwickelnden Dämpfe zu condensiren. In England werden 70 Proc. aller fabricirten Schwefelsäure in Glasgefässen concentrirt. Neuerdings bedient man sich zum Concentriren der Schwefelsäure zuweilen auch gusseiserner Kessel.

Die höchst concentrirte englische Schwefelsäure H_2SO_4 enthält 18,46 Proc. Wasser, hat ein spec. Gew. von 1,848 und ist eine im reinen Zustande vollkommen farblose Flüssigkeit, welche aber gewöhnlich durch zufällig hineingerathene Staubtheilchen gelblich oder bräunlich gefärbt ist. Ihre Consistenz ist eine dickflüssige und ölartige. Sie zerstört viele organische Stoffe unter Abscheidung von Kohle, raucht nicht an der Luft und ist in so hohem Grade hygroskopisch, dass sie nach und nach das Fünfzehnfache ihres Volumens Wasser anzuziehen vermag. Mit Wasser gemischt, entbindet sie grosse Mengen von Wärme. Die Schwefelsäure besitzt unter allen flüchtigen Säuren die grösste Verwandtschaft zu den Basen und treibt beim Erhitzen alle übrigen flüchtigen Säuren aus ihren Salzen aus; dagegen wird die Schwefelsäure aus ihren Salzen in der Glühhitze ausgetrieben durch Kieselsäure, Borsäure und Phosphorsäure. Der Siedepunkt der höchst concentrirten Säure liegt bei 326°.

Die Grade nach Baumé (rationelle Scala) entsprechen folgenden spec. Gewichten:

Grade nach Baumé.	Spec. Gewicht.
66	1,84
63	1,77
60	1,70
57	1,65
50	1,52
45	1,44
40	1,38
35	1,31
30	1,26
25	1,21

Die Schwefelsäure findet eine ausserordentlich ausgedehnte und mannichfache Anwendung, davon sei angeführt: zur Darstellung vieler Säuren (Salpetersäure, Salzsäure, schweflige Säure, Kohlensäure, Weinsäure, Citronensäure, Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure, Phosphorsäure), zur Darstellung des sauren phosphorsauren Kalkes (oder schwefelsauren Knochenmehls als Dünger für Rüben, Gras und Cerealien), zur Bereitung des Chlors, der Stearinkerzen (zum Zersetzen der Kalkseife), des Phosphors (zum Zersetzen der Knochenerde), zur Fabrikation von Glaubersalz behufs der Sodadarstellung, und der Fabrikation von schwefelsaurem Kali (aus dem Chlorkalium des Carnallits) nach der Leblanc'schen Methode der Potaschendarstellung, von schwefelsaurem Ammoniak (z. B. bei der Reinigung des Leuchtgases), Alaun und Vitriol (Eisen- und Kupfervitriol), Barytweiss, zuweilen zum Zersetzen des Kryoliths, zur Darstellung von Wasserstoffgas, zur Darstellung des Nitrobenzols in den Theerfarben-Fabriken, zur Scheidung des Goldes von Silber, zur Entsilberung des Kupfersteins und des Schwarzkupfers durch die sogenannte Schwefelsäurelaugerei, zum Raffiniren des Rüböls, Solaröls, Petroleums und Paraffins, zum Verseifen der Fette und Oele, zum Auflösen des Indigs, zur Darstellung des Garancins und anderer Krapppräparate, zur Darstellung des künstlichen Alizarins aus Anthracen, zur Fabrikation des Stärkezuckers, in der Spiritusfabrikation (nach Leplay) anstatt des Malzes zur Umwandlung der Stärke in Dextrose, zur Fabrikation des Pergamentpapiers, der Wichse, als desinficirendes Mittel, zum Entwässern der Gebläseluft für Eisenhochöfen, zum Trocknen der Luft für Trockenräume (z. B. für Leim), zum Beizen des Eisenblechs vor seiner Umwandelung in Weissblech u. s. w.

Der Schwefelkohlenstoff.

Der Schwefelkohlenstoff (CS_2), im Jahre 1796 von Lampadius in Freiberg entdeckt, wird gewonnen, indem man dampfförmigen Schwefel mit glühenden Kohlen zusammenbringt, oder gewisse Schwefelmetalle, wie Schwefelkies, Schwefelantimon etc. mit Kohle destillirt.

Der so erhaltene Schwefelkohlenstoff enthält 10 bis 12 Proc. Schwefel aufgelöst und ausserdem Schwefelwasserstoff, welche ihm einen höchst unangenehmen Geruch ertheilen. Man reinigt ihn durch Rectification, indem man in den Rectificationsapparat Chlorkalklösung bringt, welche den Schwefelwasserstoff zerstört, und die Rectification dann dadurch einleitet, dass man Wasserdampf von 1 Atmosphäre unter die Blase leitet. Um den Schwefelkohlenstoff in den Condensationsgefässen vor der Verdunstung zu schützen, erhält man ihn unter einer Schicht Wasser von 24—30 Centim. Höhe.

Im reinen Zustande ist der Schwefelkohlenstoff eine wasserhelle, dünnflüssige, das Licht sehr stark zerstreuende Flüssigkeit von eigenthümlichem an Chloroform erinnerndem Geruche und aromatischem Geschmacke. Specifisches Gewicht = 1,272. Der Siedepunkt liegt bei 46° und verflüchtigt sich deshalb bei gewöhnlicher Temperatur schon stark. Bei — 95° wird er noch nicht fest. Mit Wasser verbindet er sich nicht, mit Weingeist, Aether und ähnlichen Flüssigkeiten ist er in allen Verhältnissen mischbar. Harze, Oele, Kautschuk, Guttapertja, Kampher, Schwefel, Phosphor und Jod löst er in

sehr grosser Menge. Er ist äusserst leicht entzündlich und verbrennt mit röthlich-blauer Flamme zu schwefliger Säure und Kohlensäure. Ein Gemenge von Stickoxyd mit Schwefelkohlenstoffdämpfen giebt beim Entzünden ein höchst intensives Licht, das zu photographischen Zwecken angewendet worden ist. Bis auf die neuere Zeit stand der technischen Anwendung des Schwefelkohlenstoffes der hohe Preis desselben im Wege. Seit längerer Zeit aber wird der Schwefelkohlenstoff in der Fabrik von Deiss in Pantin in drei Retorten in der Quantität von 500 Kilogr. in 24 Stunden dargestellt und zwar so, dass dem Fabrikanten das Kilogramm Schwefelkohlenstoff nur auf 50 Centimes zu stehen kommt. Gegenwärtig (1874) kommt diese Flüssigkeit zum Preise von 20 Mk. für 100 Kilogr. in den Handel. Bis zum Jahre 1850 war die einzige technische Anwendung des Schwefelkohlenstoffes in grösserem Maassstabe die zum Vulkanisiren und zum Lösen von Kautschuk. In neuerer Zeit hat man vorgeschlagen, 1) denselben zum Ausziehen des Fettes aus den Knochen, die zur Darstellung der Knochenkohle bestimmt sind, zu benutzen. Man könnte auf diese Weise 10—12 Proc. Fett gewinnen. 2) Zum Extrahiren der Oele aus den ölhaltigen Samen (Oliven, Raps, Rübsen, Leinsamen, Mohnsamen), zum Ausziehen von Schwefel aus schwefelhaltiger Erde, zum Extrahiren von bituminösen Gesteinen. 3) Zum Entfetten der Wolle; das aus der Wolle ausgezogene Fett lässt sich zur Seifenbereitung benutzen. 4) Zum Extrahiren der Gewürze (Pfeffer, Nelken, Knoblauch, Zwiebeln) behufs der Darstellung löslicher Gewürze. 5) Zur Fabrikation von Blutlaugensalz nach dem Verfahren von Gélis und von Schwefelcyanammon behufs der Darstellung der *Serpents de Pharaon*. 6) Zur Reinigung des rohen Paraffins (nach Alcan's Methode). 7) Zur Bereitung des *liquid fire*, einer Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff, womit Brandgeschosse für gezogene Geschütze gefüllt werden. 8) Bei der galvanischen Versilberung setzt man dem Silberbade eine geringe Menge Schwefelkohlenstoff zu, um sofort einen glänzenden Ueberzug zu erhalten. 9) Zum Tödten der Ratten, des Kornwurmes, der Motten wird der Schwefelkohlenstoff mit grossem Erfolg angewendet. Die Gewinnung der fetten Oele durch Extraction mittelst Schwefelkohlenstoff oder die chemische Oelgewinnung nimmt gegenwärtig schon grossartige Dimensionen an.

Die Salzsäure und das Glaubersalz.

Wie bereits bei der Beschreibung der Sodafabrikation aus Kochsalz angegeben wurde, wird das bei der Sodafabrikation aus den Sulfatöfen entweichende chlorwasserstoffsaure Gas (HCl) in Wasser aufgefangen und die Lösung unter dem Namen Salzsäure in den Handel gebracht. Zum Zwecke der Condensation führt entweder ein Rohr aus dem Raume, in welchem die Zersetzung des Kochsalzes durch die Schwefelsäure vorgenommen wurde, in den Koksthurm und in Condensationsflaschen, oder man bedient sich eines besonderen gusseisernen Destillirapparates, in welchem die Zersetzung des Kochsalzes durch die Schwefelsäure vor sich geht.

Die Salzsäure bildet eine farblose, häufig durch Eisenchlorid gelblich gefärbte Flüssigkeit von stechendem Geschmack. Bei 20° kann das Wasser

das 475fache seines Volumens an chlorwasserstoffsaurem Gase absorbiren; die alsdann gesättigte Flüssigkeit enthält 42,85 Proc. Chlorwasserstoff- oder salzsaures Gas, ihr spec. Gewicht = 1,21. Folgende Tabelle zeigt das spec. Gewicht der Salzsäure von verschiedener Concentration und den Gehalt derselben an reinem salzsauren Gase (bei 7° C.).

Die Salzsäure wird in der grössten Masse zur Darstellung des Chlorkalkes, chlorsauren Kalis und anderer Chlorpräparate angewendet, sie dient ferner zur Fabrikation des Salmiaks, des Chlorantimons, des Leims und des Phosphors, zur Darstellung der Kohlensäure bei der Mineralwasserfabrikation, zur Herstellung von zweifach-kohlensaurem Natron und von kohlensaurer Magnesia; zum Reinigen der Knochenkohle (Spodium) in den Rübenzuckerfabriken, in der Bleicherei als Ersatz für die Schwefelsäure, zur Ueberführung des rechtsdrehenden Zuckers in den linksdrehenden bei der Verarbeitung der Rübenmelasse auf Spiritus, zur hydrometallurgischen Kupfer-, Nickel-, Kadmium-, Zink- und Wismuthgewinnung, zur Behandlung gewisser Eisenerze, um dieselben vor der Verhüttung von der Phosphorsäure zu befreien, zur Darstellung von Superphosphat in den Düngerfabriken, zum Auflösen verschiedener

Specifisches Gewicht.	Grade nach Baumé	Säure-procente	Specifisches Gewicht.	Grade nach Baumé	Säure-procente
1,21	26	42,85	1,10	14,5	20,20
1,20	25	40,80	1,09	12	18,18
1,19	24	38,88	1,08	11	16,16
1,18	23	36,36	1,07	10	14,14
1,17	22	34,34	1,06	9	12,12
1,16	21	32,32	1,05	8	10,10
1,15	20	30,30	1,04	6	8,08
1,14	19	28,28	1,03	5	6,06
1,13	18	26,26	1,02	3	4,04
1,12	17	24,24	1,01	2	2,02
1,11	16,5	22,32			

Metalle (Zinn) entweder für sich, oder mit Salpetersäure gemischt, als Königswasser; ferner zum Beseitigen des Kesselsteines, so wie zur Verhütung der Bildung desselben, zum Reinigen von eisenhaltigem Sand in der Glasfabrikation, zum Ablöschen und Reinigen der Koks, zur Herstellung von feuerfestem Thon. Eine wichtige Anwendung der Salzsäure findet endlich in der Baumwollindustrie statt, nämlich zur Zersetzung der Kalkseife, die sich beim Bäuchen der mit Fett imprägnirten Baumwollgewebe mit Kalk bildet.

Das Glaubersalz (schwefelsaures Natron, Natriumsulfat, oder schlechtweg Sulfat, $Na_2SO_4 + 10H_2O$, in 100 Th. aus 19,3 Th. Natron, 24,7 Th. Schwefelsäure und 56 Th. Wasser, im wasserfreien Zustande als Na_2SO_4 aus 43,6 Th. Natron und 56,4 Th. Schwefelsäure, mit 22,5 Th. Schwefel bestehend) wird, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, zum grössten Theile durch Zersetzen des Kochsalzes mit Schwefelsäure dargestellt. Ausserdem findet es sich

in der Natur in vielen Mineralwässern, wie in dem Karlsbader und Püllnaer Wasser, in dem Meerwasser und in den meisten Salzsoolen.

Ausser durch Zersetzen des Kochsalzes mit Schwefelsäure (die sogenannte directe Darstellungsart), kann man das Sulfat auch indirect darstellen, d. h. ohne Schwefelsäure. Die wichtigsten der in dieser Beziehung in Vorschlag gebrachten Methoden sind folgende: 1) Verfahren von Balard und Merle, nach welchem durch doppelte Zersetzung aus Kochsalz und Bittersalz des Meerwassers, der Mutterlaugen der Salinen oder endlich durch Kieserit unter dem Einflusse niederer Temperatur (entweder im Winter oder durch Kälteerzeugung mittelst des Carré'schen Eisapparates) Glaubersalz und Chlormagnesium erzeugt wird; 2) Verfahren von Longmaid, wobei Schwefelkies oder kiesige Kupfererze mit Kochsalz geröstet werden, indem man durch gebrannten Kalk getrocknete Luft zuführt. Das Röstgut wird ausgelaugt und dadurch Sulfatlösung erhalten, der Rückstand aber auf Kupfer verarbeitet.

Das Sulfat dient in grösster Menge zur Fabrikation der Soda, des Ultramarins und des Glases; im letzteren Falle kommt nur das Natron desselben in Betracht; man schmilzt dasselbe mit Kohle und Kieselerde (Quarz) zusammen, durch die Einwirkung der Kohle wird die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure reducirt, diese durch die Kieselerde (Kieselsäure) ausgetrieben und es bleibt kieselsaures Natron zurück. Behufs der Anwendung in der Glasfabrikation wird das Glaubersalz vorher vom Eisen gereinigt, indem man das Eisenoxyd nach dem Lösen des Salzes mit Kalk fällt, die klare Lösung wieder abdampft und das Produkt trocknet. Auf gleiche Weise kann man aus Sulfat durch Zusammenschmelzen desselben mit Sand und Kohle Wasserglas darstellen, auch nach ähnlichem Princip aus Sulfat durch Thonerde oder durch Bauxit Natron-Aluminat erhalten.

Der Chlorkalk und die Chloralkalien.

Es ist eine der wichtigsten Eigenschaften des gasförmigen Chlors, bei Gegenwart von Wasser Pigmente, Contagien und Miasmen zu zerstören; daher seine Verwendung als Bleichmittel und Anticontagium (Desinfectionsmittel), ausserdem dient es noch als Oxydationsmittel und als Solvens, so z. B. bei der Extraction von Gold aus kiesigen Erzen; bei der Scheidung des Goldes vom Silber, bei der Darstellung des Chloroforms, des Chloralhydrates etc. Das Chlorgas ist bei gewöhnlicher Temperatur und bei gewöhnlichem Luftdruck ein grünlichgelbes Gas von 1,33 spec. Gew., von erstickendem Geruch, das vom Wasser in grosser Menge absorbirt wird und dann das Chlorwasser bildet. Die bleichende Eigenschaft des gasförmigen, so wie des in Wasser gelösten Chlorgases beruht auf seiner grossen Verwandtschaft zum Wasserstoff, nach welcher es den organischen Stoffen direkt Wasserstoff entzieht und dieselben auf diese Weise zerlegt, oder, und dies geschieht in den meisten Fällen, eine Wasser-

zersetzung bewirkt, in deren Folge die färbenden Substanzen durch den als Ozon ausgeschiedenen Sauerstoff des Wassers oxydirt und in Kohlensäure und Wasser übergeführt werden. In beiden Fällen bildet sich Salzsäure, was bei der Anwendung des Chlors zum Bleichen wohl zu berücksichtigen ist. Indem Chlor mit einem organischen Körper zusammenkommt, entzieht das Chlor einen Theil des Wasserstoffs der organischen Verbindung und bildet Salzsäure, während häufig der ausgetretene Wasserstoff in dem organischen Körper durch Chlor vertreten wird. Bei der Bleiche von leinenen oder baumwollenen Stoffen, von Papierzeug durch Chlor wird nicht die Faser angegriffen, sondern nur der die Faser färbende kohlenstoffreiche Körper durch das bei der Wasserzersetzung freiwerdende Ozon zu farblosen Körpern oxydirt. Das Chlor ist weder als Gas, noch in seiner wässerigen Lösung transportabel; man benutzt deshalb zum Bleichen nicht das Chlor in Substanz, sondern eine Verbindung des Chlors mit einer Base, wie Kalk, als Kali oder Natron, zuweilen auch Magnesia, Thonerde, Baryt und Zinkoxyd. Die Verbindung des Kalkhydrates (Calciumhydroxydes) mit dem Chlor (und nicht mit der unterchlorigen Säure, wie man früher vor der Arbeit von C. Göpner — 1873 — annahm) ist der wesentliche Bestandtheil des Chlorkalks, Bleichkalks oder Bleichpulvers.

Man stellt den Chlorkalk im Grossen auf folgende Weise dar: In Fabriken, in welchen Soda und Chlorkalk zu gleicher Zeit fabricirt werden, erhält man das Chlor, indem man das Kochsalz, das durch Schwefelsäure in Glaubersalz verwandelt werden soll, mit Braunstein mengt und erhitzt. In anderen Fabriken wendet man zur Chlordarstellung Braunstein und Salzsäure, oder Braunstein, Schwefelsäure und Salzsäure an; im ersteren Falle erhält man nur die Hälfte des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, während die andere Hälfte an Mangan gebunden, als Manganchlorür zurückbleibt. Aus dem Manganchlorür wird in neuerer Zeit nach dem Verfahren von Weldon das Mangansuperoxyd regenerirt; dasselbe besteht darin, dass zu den wesentlich aus Manganchlorür bestehenden Rückständen auf jedes Molekül Manganchlorür 2 Mol. Kalkhydrat zugesetzt werden, worauf dann in das aus Manganoxydul, Kalkhydrat und Chlorcalcium bestehende Gemisch atmosphärische Luft eingepresst wird. Dadurch wird das weisse Oxydulhydrat rasch auf eine sehr dunkel gefärbte höhere Oxydationsstufe gebracht, welches sich mit dem Kalk zu Calciummanganit ($CaMnO_3$ oder MnO_2, CaO) verbindet. Nachdem sich diese Verbindung abgesetzt hat, wird die über ihm stehende Chlorcalciumlösung zum grössten Theile abgezogen und jenes ist dann zur ferneren Behandlung mit Salzsäure behufs der Chlorentwickelung bereit. Bei dieser bildet sich wieder genau eben so viel Manganchlorür, als vorher in Oxyd umgewandelt wurde. Diese Reihe von einfachen Operationen wird nun auf gleiche Weise wiederholt und damit wird beliebig lange fortgefahren. Auf diese Art wird das Mangan in einem und demselben Gefässe einem beständigen Kreislaufe

regelmässig wiederkehrender Umwandlungen unterworfen, insofern es zunächst aus Chlorür in Oxydul, aus Oxydul in Superoxyd (als Calcium-Manganit), welches bei der Behandlung mit Salzsäure Chlor abzugeben vermag und dann wieder in Chlorür umgewandelt wird, und so fort. Die ausserordentliche Einfachheit des Weldon'schen Verfahrens sichert demselben einen unbedingten Vorzug gegenüber anderen, zu gleichem Zwecke vorgeschlagenen, mehr oder weniger complicirten und in Folge dessen nicht ohne grössere oder geringere Schwierigkeiten ausführbaren Methoden, die ausserdem kostspielige Apparate erheischen. Eine neue und vortheilhafte Abänderung des Verfahrens besteht in der Substitution des Kalkes durch Magnesia. Das sich bildende Chlormagnesium werde durch Glühen wieder in Magnesia und Salzsäure verwandelt. Dieselbe Magnesia finde also continuirlich Anwendung. —

In jüngster Zeit hat sich der Erfindungsgeist der Chemiker der Ermittelung von Processen zugelenkt, welche die Erzeugung des Chlors ohne Mitwirkung von Braunstein gestatten. Mallet machte 1866 einen Vorschlag für die Lösung dieser Aufgabe auf die bekannte Fähigkeit des Kupferchlorürs begründet, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und in diesem sauerstoffbeladenen Zustande mit Salzsäure unter Wasserbildung zunächst in Kupferchlorid überzugehen, welches dann bei der Einwirkung der Wärme unter Chlorentwicklung wieder in Kupferchlorür zurückverwandelt wird. Dieses Verfahren, welches auch eine Methode der Darstellung des Sauerstoffs im Grossen zu versprechen schien, insofern die Verbindung des Kupferchlorürs mit Sauerstoff den letztern beim starken Erhitzen wieder abgiebt — hat sich jedoch in der Praxis niemals eingebürgert. Mit ungleich grösserem Interesse sind daher die chemischen Fabrikanten den Versuchen des Engländers Deacon (1870) gefolgt, welcher das vorgesteckte Ziel auf einem ganz anderen Wege erreicht. Schon früher hatte Oxland die bekannte bei höherer Temperatur erfolgende Umsetzung einer Mischung von Luft und Salzsäure zu Wasser und freiem Chlor für die Chlorfabrikation zu verwerthen gesucht, aber erst Deacon ist es gelungen, die Bedingungen festzustellen, unter welchen sich diese Reaction mit hinreichender Leichtigkeit, Sicherheit und Vollständigkeit ausführen lässt, um auf dieselbe den Vorschlag einer völligen Umgestaltung der bisherigen Methode der Chlor-Industrie zu begründen. Diese Bedingungen sind Erhitzen der Gase auf 370°—400° und Berührung derselben mit porösen, kupfervitriolgetränkten Massen (Ziegelsteinbrocken oder gebrannte Thonkugeln), welche vorher ausgeglüht worden sind. Wahrscheinlich vollzieht sich der Process in zwei Phasen, insofern das in den porösen Massen enthaltene Kupferoxyd durch die Salzsäure zunächst in Wasser und Kupferchlorid verwandelt wird, aus welchem letzteren dann durch den Sauerstoff unter Chlorentwicklung wieder Kupferoxyd zurückgebildet wird. Im Grossen wird diese Operation in der Weise ausgeführt, dass die in eisernen Röhren erhitzte Mischung der Gase in Apparate eintritt, welche gegen Ausstrahlung der Wärme möglichst geschützt sind. Diese Apparate enthalten Thonkugeln, welche man mit Kupfervitriol getränkt und dann ausgeglüht hat. Aus diesen Apparaten tritt das chlorreiche Gas in Wasser, welches etwa unzersetzte Salzsäure fixirt, um alsdann getrocknet in die Chlorkalkkammern geleitet zu werden. Obwohl die Deacon'sche Methode erst seit etwa vier Jahren aufgetaucht ist, so hat sie doch schon in einer grossen Anzahl englischer Fabriken Aufnahme gefunden und auch in verschiedenen der wichtigeren chemischen Etablissements des Continents ist man bereits mit den Vorbereitungen zur Einführung derselben beschäftigt.

Die Techniker, welche über die Chlorfabrikation nach dem Deacon'schen Verfahren Erfahrungen einzusammeln Gelegenheit hatten, verkennen nicht, dass dasselbe noch einer weiteren Ausbildung bedarf, um allen Anforderungen zu genügen, allein sie sind einstimmig der Ansicht, dass Deacon's Methode der Chlordarstellung jedenfalls zu den bemerkenswerthesten Erscheinungen auf dem Gebiete der modernen chemischen Grossindustrie gehört.

Das Chlorgas tritt in eine vierseitige Kammer aus Platten von Sandstein oder Steinzeug oder aus Backsteinen gemauert, welche mit Asphaltkitt zusammengefügt und mit Theer oder Asphaltfirniss überzogen sind. Auch Bleikammern sind hier und da in Gebrauch. Die Kammer besteht aus mehreren Etagen, deren Boden in jeder mehrere Zoll mit zu Pulver gelöschtem Kalkhydrat bedeckt ist. Das Chlorgas wird schnell und unter Wärmeentwickelung absorbirt. Die Temperatur darf nicht höher als 18° steigen, weil sich sonst chlorsaurer Kalk bildet, der nicht bleichend wirkt. Eine nachtheilige Temperaturerhöhung wird durch langsames Zuleiten des Gases verhindert. Sobald kein Chlor mehr absorbirt wird, nimmt man den fertigen Chlorkalk durch die an der vorderen Seite befindlichen Thüren aus den Kammern und beschickt diese und den Entwickelungsapparat von Neuem. — Der gesättigte Chlorkalk wird in der Fabrik häufig mit Kalkhydrat verdünnt oder gestreckt.

Der Chlorkalk erscheint als ein weisses Pulver, das aus einer Verbindung von Chlor mit Kalk nach der Formel $CaOCl_2$ und überschüssigem gelöschten Kalke besteht; in 10 Th. Wasser lösen sich die bleichenden Verbindungen auf, während der überschüssige Kalk zurückbleibt. Die bleichende Wirkung des Chlorkalks erfolgt nicht sogleich, wenn nicht zugleich eine Säure zugefügt wird. Anstatt der Säure wendet man auch zweckmässig Zinkvitriol (oder Chlorzink) an, es fallen Gyps und Zinkoxyd aus und Chlor und unterchlorige Säure bleiben in Lösung. — Die Anwendung des Chlorkalkes ist schon angeführt worden. In den meisten Fällen lässt sich seine Wirkung auf eine Oxydation in Folge von Ozonbildung zurückführen.

Von den sogenannten Chloralkalien wendet man das Chlorkali (*Eau de Javelle*) und die entsprechende Natronverbindung (*Eau de Labarraque*) an. Man stellt diese Bleichflüssigkeiten (Fleckwasser) dar, indem man durch eine Lösung ätzender oder kohlensaurer Alkalien Chlorgas leitet oder indem man Chlorkalk mit Wasser auszieht und die Flüssigkeit mit kohlensaurem oder schwefelsaurem Alkali behandelt; es scheidet sich kohlensaurer oder schwefelsaurer Kalk ab, während unterchlorigsaures Alkali und Chlorür gelöst werden ($CaOCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + NaOCl + NaCl$ oder $CaOCl_2 + Na_2SO_4 = CaSO_4 + NaOCl + NaCl$).

Die unterchlorigsaure Thonerde (Chloralaunerde oder Wilson's Bleichflüssigkeit) wird durch Vermischen von Chlorkalklösung und schwefelsaurer Thonerde erhalten; sie wirkt lediglich durch Abgabe von Ozon, wobei Chloraluminium entsteht. Unterchlorigsaure Magnesia (Chlormagnesia, Ramsay's oder Grouvelle's Bleichflüssigkeit), durch Zersetzen von Chlorkalk mit Bittersalz dargestellt, ist, wie die Thonerdeverbindung ein energisches Bleichmittel. Vor dem Chlorkalk hat sie (nach den Versuchen von Jokisch) bei ihrer Anwendung zum Bleichen zarterer Stoffe den Vorzug des Fehlens

der Nebenwirkung einer ätzenden alkalischen Erde. Neuerdings ist ein unterchlorigsaures Zinkoxyd (Varrentrapp's Bleichsalz) als kräftiges Bleichmittel empfohlen worden; man versetzt Chlorkalk mit Zinkvitriol oder mit Chlorzink, im ersteren Falle fallen Gyps und Zinkvitriol nieder und unterchlorige Säure bleibt in Lösung, die im zweiten Falle mit Chlorcalcium gemengt ist. Auch unterchlorigsaurer Baryt, welcher mit verdünnter Schwefelsäure versetzt unter Abscheidung von Barytweiss unterchlorige Säure liefert, verdient Beachtung.

Das chlorsaure Kali oder Kaliumchlorat, $KClO_3$ (in 100 Th. 38,5 Kali und 61,5 Chlorsäure), ein in weissen, tafelförmigen rhombischen Krystallen krystallisirendes Salz, wurde früher dargestellt, indem man Chlorgas durch eine concentrirte Lösung von kohlensaurem Kali leitete, wobei alle Kohlensäure entwich und eine Lösung entstand, die chlorsaures Kali und Chlorkalium enthielt. Das chlorsaure Kali krystallisirt aus der Flüssigkeit zuerst heraus. Die Mutterlauge lieferte beim Abdampfen Chlorkalium. Bei der fabrikmässigen Darstellung des chlorsauren Kali lässt man Chlorgas auf Kalkmilch einwirken, wobei chlorsaurer Kalk und Chlorcalcium entstehen. Der erstere wird durch Chlorkalium zersetzt. Eine andere und vortheilhaftere Methode der Darstellung von chlorsaurem Kali besteht darin, dass man Chlorgas auf eine Auflösung von einem Molekül Chlorkalium, die mit 6 Molekülen Kalk zu einem Brei umgerührt worden ist, einwirken lässt. Nach einer anderen Methode verwandelt man Chlorkalk durch Kochen mit Wasser in chlorsauren Kalk und führt denselben durch Chlorkalium oder kohlensaures Kali in chlorsaures Kali über.

Das chlorsaure Kali findet jetzt hauptsächlich Anwendung in der Feuerwerkerei, als Zusatz zur Masse der Zündrequisiten, der Zündhütchen und der Zündpillen der Zündnadel- und anderer Präcisionsgewehre, als Bestandtheil des amerikanischen oder weissen Schiesspulvers, als oxydirendes Mittel in der Kattundruckerei (z. B. zur Erzeugung von Anilinschwarz) und (in enormen Mengen) bei der Bereitung von übermangansaurem Alkali, seitdem dasselbe als Desinfectionsmittel angewendet wird.

Das Ammoniak und die Ammoniaksalze.

Das Ammoniak, NH_3, ist das Produkt zahlreicher chemischer Processe. Es besteht aus 1 Vol. Stickstoff und 3 Vol. Wasserstoff, welche sich bei ihrer Verbindung zu 2 Vol. Ammoniakgas verdichtet haben. In technischer Hinsicht ist es überaus wichtig, nicht nur, weil es indirect das Rohmaterial zur Herstellung der Salpetersäure und der salpetersauren Salze bildet, sondern es wird auch direct angewendet zur Sodafabrikation nach dem sogenanuten Ammoniakverfahren, zum Extrahiren der Orseille, der Cochenille u. s. w., zum Auflösen des Silbers (Chlorsilbers) aus den Erzen, in der Schnupftabakfabrikation, zum Reinigen des Leuchtgases von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, zum Verseifen der Fette und Oele, zur Produktion von künstlichem Eis, als Antichlor u. s. w.

Das reine Ammoniak erscheint als farbloses Gas von stechendem, zu Thränen reizendem Geruche und ätzendem alkalischen Geschmacke. Ein Volumen Wasser löst bei 0° C. 1050, bei 15° C. 727 Volumen dieses Gases und bildet dann das flüssige Ammoniak oder den Salmiakgeist. Bei erhöhter Temperatur und an der Luft verliert diese Flüssigkeit den grössten Theil des darin aufgelösten Ammoniaks; im luftverdünnten Raume geht die Entwickelung des Ammoniakgases unter bedeutender Kälteerzeugung vor sich (darauf beruht die Carré'sche Methode der Eiserzeugung); sie zieht ferner Kohlensäure aus der Luft an. Dass man das Ammoniakgas neuerdings bei der Construction von Kraftmaschinen anzuwenden vorgeschlagen hat, sei beiläufig erwähnt.

Aus dem specifischen Gewichte des flüssigen Ammoniaks kann man nach folgender Tabelle die Procente des reinen Ammoniaks erfahren:

Spec. Gewicht	Ammoniak	Wasser.	Spec. Gewicht	Ammoniak	Wasser.
0,875	32,50	67,59	0,951	12,40	87,60
0,900	26,00	74,60	0,954	11,56	88,40
0,905	25,39	74,63	0,957	10,82	89,18
0,925	19,54	84,46	0,959	10,27	89,83
0,932	17,52	82,48	0,961	9,60	90,40
0,938	15,88	84,12	0,069	9,50	90,80
0,943	14,53	85,47	1,000	0,00	100,00
0,947	13,46	86,54			

Gewöhnlich stellt man das flüssige Ammoniak dadurch dar, dass man ein billiges Ammoniaksalz, entweder Salmiak oder schwefelsaures Ammoniak, in der Wärme durch Aetzkalk zersetzt und das sich entwickelnde Ammoniakgas in Wasser auffängt. Man verwendet auch das bei der Gasfabrikation aus Steinkohlen sich entwickelnde Ammoniak zur Bereitung des flüssigen Ammoniaks. Die bei dieser Fabrikation erhaltenen Condensationswässer enthalten neben anderen Produkten kohlensaures Ammoniak und Schwefelammonium; indem man diese Wasser mit gelöschtem Kalk destillirt, entwickelt sich Ammoniak und es bleiben kohlensaurer Kalk und Schwefelcalcium zurück.

Die Verbindung des Ammoniaks mit der Kohlensäure, die in der Technik Anwendung findet, ist das anderthalb kohlensaure Ammoniak oder Ammoniaksesquicarbonat $(NH_4)_4 C_3O_8$. Wenn stickstoffhaltige organische Körper faulen, so entwickelt sich stets kohlensaures Ammoniak. So z. B. in grösserer Menge beim Faulen des Harns, dessen Harnstoff sich durch Fäulniss in kohlensaures Ammoniak verwandelt. Der gefaulte Harn wird entweder für sich benutzt, so unter Anderm zum Entschweissen der Wolle, zum Entfetten des Tuchs, in der Alaunfabrikation, oder der Destillation unterworfen. Bei der trockenen Destillation von

Thiersubstanzen, wie Knochen, Thierhäute, Fleisch, Horn etc. erhält man kohlensaures Ammoniak, welches sich zum Theil in den Kühlgefässen in festem Zustande als sogenanntes Hirschhornsalz (*Sal cornu cervi*) absetzt, zum Theil aber auch in der Flüssigkeit gelöst ist (Hirschhornspiritus, *Spiritus cornu cervi*). Ist der Hauptzweck der Operation Thierkohle behufs der Darstellung von Blutlaugensalz, so wird die Destillation der Thiersubstanzen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen, damit die zurückbleibende Kohle so stickstoffhaltig als möglich sei; stellt man dagegen Knochenkohle dar, so ist diese Rücksicht nicht zu nehmen.

Zu diesem Behufe bringt man die Thiersubstanzen in eiserne Retorten, welche zu fünf in dem Gewölbe eines Ofens eingemauert sind; an ihrem hinteren Ende befindet sich eine Röhre, welche die beim Erhitzen der Retorten sich bildenden Dämpfe in eine Bleikammer leitet; was sich darin nicht verdichtet, geht in eine zweite Bleikammer. Das in den Kammern verdichtete Salz wird durch Sublimation in eisernen Töpfen mit bleiernen Deckeln gereinigt. Man kann das kohlensaure Ammoniak auch durch Sublimation mit Thierkohle reinigen. Vollkommen reines kohlensaures Ammoniak erhält man durch Sublimation eines Gemenges von 1 Th. Salmiak mit 3 Th. Kreide. Vortheilhafter ist es, anstatt der Kreide kohlensauren Baryt zum Zersetzen des Kalkes anzuwenden, in welchem Falle Chlorbarium zurückbleibt.

Das kohlensaure Ammoniak bildet eine weisse krystallinische Masse, die stark nach Ammoniak riecht, an die Luft reines Ammoniak abgiebt und dadurch in zweifach kohlensaures Ammoniak übergeht. Seines stechenden Geruchs wegen führt es den Namen Riechsalz. Das unreine kohlensaure Ammoniak ist das Rohmaterial zur Herstellung der übrigen Ammoniaksalze; man verwendet es ferner eben so, wie das unreine Aetzammoniak, als Fleckwasser, zum Lösen von Fett, zum Extrahiren von Kupfer aus seinen Erzen, zum Ausziehen von Flechtenfarbstoffen in der Fabrikation von Orseille u. s. w. Das Ammonbicarbonat schlägt aus gesättigter Kochsalzlösung zweifach-kohlensaures Natron nieder; auf diese wichtige Reaction gründet sich das unter dem Namen Ammoniakprocess bekannte Verfahren der directen Darstellung von Soda aus Kochsalz.

Der Salmiak (Chlorammonium, salzsaures Ammoniak) NH_4Cl findet sich als vulkanisches Produkt schon fertig gebildet in der Natur.

Heutzutage stellt man den Salmiak dar

α) durch Neutralisation von Ammoniak durch Salzsäure. Als ammoniakalische Flüssigkeit wendet man entweder das rohe Destillat von stickstoffhaltigen Thiersubstanzen, oder gefaulten Harn, oder endlich das ammoniakalische Condensationswasser der Steinkohlengasfabriken an. Man setzt so viel Salzsäure hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich sauer reagirt. Die in der Flüssigkeit enthaltene freie Säure wird durch Kalkmilch oder Kreide oder zweckmässiger durch Ammoniakwasser neutralisirt. Aus den Abdampfpfannen kommt die Lauge in die Krystallisirbottiche, in welchen sich nach 8—10 Tagen der Salmiak als ein unreines braunes, grobkörniges Salz ausgeschieden hat, das durch Sublimation gereinigt wird.

β) aus schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz theils auf nassem Wege, theils durch Sublimation. Bringt man concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz zusammen, so scheidet sich beim Ruhigstehen der Lauge Glaubersalz aus und in der Flüssigkeit bleibt Salmiak, nebst etwas Salz gelöst. Beim Abdampfen der Flüssigkeit erhält man in den Krystallisirgefässen Salmiak mit Glaubersalz verunreinigt; man spült die Krystalle mit Wasser ab und reinigt sie durch Umkrystallisiren oder durch Sublimiren. Man kann das schwefelsaure Ammoniak durch Kochsalz auch auf trocknem Wege in Salmiak verwandeln, indem man ein trockenes Gemenge beider Körper der Sublimation unterwirft. Das Glaubersalz bleibt dabei am Boden des Sublimirgefässes zurück. Um eine vollständige Zersetzung zu erzielen, ist es nothwendig, dass das Kochsalz in dem Gemenge im Ueberschuss enthalten sei.

γ) aus kohlensaurem Ammoniak durch Kochsalz, Mutterlauge etc. Wenn eine concentrirte Kochsalzlösung, die Ammoniak enthält, mit Kohlensäure gesättigt wird, so bilden sich Salmiak und zweifach kohlensaures Natron. Auf dieses Verhalten hat man eine Methode der Sodafabrikation begründet, bei welcher man entweder den Salmiak als Nebenprodukt gewinnt oder denselben sofort wieder in kohlensaures Ammoniak überführt, welches zum Fällen neuer Mengen von Kochsalz dient.

Der Salmiak kommt in den Handel entweder in Broden, als sublimirter Salmiak in Gestalt meniskenähnlicher, 6—15 Centimeter dicker Scheiben, welche weiss und durchscheinend, fettglänzend, klingend und aus parallelen faserigen und splitterigen Schichten gebildet sind; oder in Zuckerhutform, als krystallisirter Salmiak, den man dadurch erhält, dass man den durch Umkrystallisiren gereinigten und farblosen Salmiak mit siedend gesättigter Lösung zu einem dicken Brei anrührt und diesen dann in Zuckerhutformen aus Steinzeug oder glasirtem Eisen stampft, nach dem Abtropfen der Lauge aus der Form entfernt und die Brode nach dem vollständigen Trocknen in blaues Papier gepackt in den Handel bringt. Man verwendet den Salmiak bei dem Verzinnen und Verzinken des Kupfers, Eisens und Messings, sowie beim Löthen. Ausserdem dient derselbe in dem Kattundruck, der Farbenfabrikation, in der Schnupftabakfabrikation und bei der Platingewinnung und Fabrikation des Platinschwammes, zur Herstellung von Eisenkitt und Salmiakgeist.

Das schwefelsaure Ammoniak $(NH_4)_2SO_4$ findet sich in kleiner Menge in vulkanischen Gegenden als Mascagnin und in sehr bedeutenden Quantitäten neben Borsäure in den Soffioni Toscana's. Man gewinnt es, wie schon bei dem Salmiak erwähnt, durch Neutralisation von kohlensaurem Ammoniak, gleichviel welchen Ursprungs, mit Schwefelsäure, oder durch Zersetzen desselben mit Gyps oder Eisenvitriol. Es wird durch Abdampfen und Krystallisirenlassen der Lösung gewonnen. Die Krystalle schmelzen bei 140° und zersetzen sich bei höherer Temperatur. Man benutzt es zur Darstellung von Salmiak, Salmiakgeist, so wie zur Fabrikation von Ammoniakalaun. Ueberhaupt bildet es den Ausgangspunkt zur Darstellung der übrigen Ammoniaksalze. Das rohe schwefelsaure Ammoniak stellt man im Grossen aus Harn oder aus dem Condensationswasser der Gasfabriken dar,

Das salpetersaure Ammoniak (Gefriersalz) $(NH_4)NO_3$ durch Neutralisation von kohlensaurem Ammoniak mit verdünnter Salpetersäure und Abdampfen der Lösung zur Krystallisation oder besser noch durch Umsetzen

von Natronsalpeter mit Salmiak erhalten, erzeugt beim Auflösen in Wasser eine derartige Temperaturerniedrigung, dass man es in neuerer Zeit zur Herstellung von Eis im Kleinen angewendet hat.

Die Seife.

Dass die Fette die Eigenschaft besitzen, mit den Alkalien eigenthümliche Verbindungen einzugehen, welche man mit dem Namen Seife bezeichnet, war schon längst vor unserer Zeitrechnung bekannt. Die Seife ist ein so wichtiger Gegenstand der Industrie geworden, dass einer unserer grössten Chemiker wol nicht mit Unrecht behauptet, dass die Menge der consumirten Seife einen Gradmesser für den Wohlstand und für die Civilisation eines Volkes abgeben könne.

Man nahm früher an, dass die Fette und Oele als solche die Eigenschaft besässen, sich mit den Alkalien zu verbinden, bis Chevreul in seiner bekannten Untersuchung über die Fettsubstanzen die Entdeckung machte, dass die Fette, wenn sie aus ihrer Seifenverbindung ausgeschieden werden, andere Eigenschaften besitzen, als vorher. Dieser Chemiker wies nach, dass alle Fette Gemenge seien aus Stearin, Palmitin (Margarin) und Oleïn und dass diese neutralen Fette wiederum aus eigenthümlichen Säuren, der Stearinsäure, Palmitinsäure (Margarinsäure) und Oelsäure als nicht flüchtigen Säuren und gewisse riechende Fette ausserdem aus einer gewissen Anzahl flüchtiger Fettsäuren, wie der Buttersäure u. s. w. und einer süssschmeckenden Substanz bestehen, die zwar schon früher von Scheele entdeckt und Oelsüss genannt, von Chevreul aber genauer untersucht und mit dem Namen Glycerin ($C_3H_8O_3$) bezeichnet wurde. Das Glycerin ist in den Fetten nicht fertig gebildet vorhanden. Die Fette lassen sich in chemischer Beziehung betrachten als eigenthümliche Verbindungen (Glyceride), welche aus einer oder mehreren eigenthümlichen fetten Säuren bestehen. Bringt man die Fette mit unorganischen Basen zusammen, welche zu den Säuren mehr Verwandtschaft haben, als das Glycerin, so bildet sich die Seife. Der Process selbst heisst der Verseifungsprocess (Saponification). Das Glycerin wird dabei ausgeschieden. Nach den Untersuchungen von Heintz und Berthelot ist der hauptsächlichste Bestandtheil der festen Fette Palmitin, welches bei der Verseifung zerfällt in Glycerin und palmitinsaures Natron:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Palmitin (Tripalmitin)} & \left.\begin{array}{r}C_3H_5\\(C_{16}H_{31}O)_3\end{array}\right\}O_3\\ \text{Aetznatron} & 3\,Na\,(OH)\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{Glycerin} & C_3H_5\,(OH)_3\\ \text{Palmitinsaures Natron} & 3\left\{\begin{array}{r}C_{16}H_{31}O\\Na\end{array}\right\}O\end{array}\right.$$

Fette, welche wie die tropischen Pflanzenfette (Palmöl und Cocosnussöl) die fetten Säuren zum Theil schon im freien Zustande enthalten, lassen sich weit leichter verseifen, als vollkommen neutrale Fette, wie Talg und Olivenöl, bei welchen die Lauge zunächst erst eine Spaltung in fette Säuren und Glycerin zu bewirken hat. Die Oelsäure, das Nebenprodukt der Stearinkerzenfabrikation, lässt sich schon durch kohlensaures Alkali in Seife überführen, ebenso das Colophonium, welches wesentlich aus einer Harzsäure, der Pininsäure, besteht.

Kali bildet stets weiche, Natron harte Seifen. Man theilt demnach die Seifen ein a) in harte oder Natronseifen,
b) in weiche oder Kaliseifen;
man unterscheidet ferner je nach der angewendeten Fettsubstanz Talgseife, Oelseife, Cocosnussölseife, Thranseife, Harzseife u. s. w. In technischer Hinsicht kann man die Seife (die harten oder Natronseifen) unterscheiden als

α) Kernseife,
β) geschliffene Seife,
γ) gefülllte Seife.

α) Die Kernseife hat davon ihren Namen, dass die fertige Seife nach der Scheidung aus ihrer Lösung durch Kochsalz (durch das Aussalzen) zum Kern zu sieden, d. h. zu einer gleichförmig geschmolzenen blasenfreien Masse zu vereinigen ist, in welcher nach dem Erstarren feine Krystallfäden wahrgenommen werden können. Die der Seife immer in kleiner Menge anhängenden Unreinigkeiten setzen sich in dem nicht krystallisirenden Theile der Seife ab und bilden die natürliche Marmorirung (Fluss oder Flaser). Die regelrecht ausgesalzene Seife sondert sich zuerst von der Unterlauge in Gestalt halbflüssiger, rundlicher Klümpchen oder Kerne. Die Kernseife allein ist reine Seife, indem sie durch die Operation des Aussalzens vom Glycerin und der überschüssigen Lauge und anderen Unreinigkeiten, ferner von überschüssigem Wasser befreit wurde. Die grosse Mehrzahl der Seifenfabrikanten stellt gegenwärtig die Kernseife nicht mehr dar.

β) Die geschliffene oder glatte Seife entsteht durch das sogenannte Schleifen der Kernseife. Lässt man nämlich die fertige Kernseife in dem Siedekessel mit Wasser oder sehr schwacher Lauge sieden, so nimmt die Seife einen Theil Wasser auf, verliert dagegen die Fähigkeit zu krystallisiren oder eine Marmorirung anzunehmen. Es findet demnach bei der Herstellung der geschliffenen Seife ebenso das Aussalzen und die Abscheidung der hauptsächlichsten Unreinigkeiten statt, wie bei der Kernseife, von welcher sich geschliffene Seife nur durch einen grössern Wassergehalt unterscheidet.

γ) Die gefüllte Seife, gegenwärtig die gebräuchlichste, ist die schlechteste aller Seifensorten, indem eine solche Seife bei ihrer Bereitung nicht so weit ausgesalzen wurde, dass sich die Unterlauge von der Seife getrennt hätte, wo also der ganze Inhalt des Siedekessels zusammenbleibt, um als Seife verkauft zu werden. Beim Erkalten erstarrt nämlich das Ganze zu einer festen Seife, welche den bedeutenden Wassergehalt durch ihr Ansehen nicht verräth. Diese Eigenthümlichkeit, selbst bei grossem Wassergehalt trocken und hart zu erscheinen, besitzt besonders die Cocosnussölseife, weshalb denn auch seit der allgemeinen Verbreitung des Cocosnussöles die Anfertigung der gefüllten Seifen einen um so grösseren Aufschwung erhalten musste, als sie ihre wasserbindende Eigenschaft auch andern Seifen (Palmölseife, Talgseife u. s. w.) mittheilen. Seifen dieser Art sind oft so stark gefüllt, dass eine Produktion von 250—300 Th. frischer Seife aus 100 Th. Fett etwas ganz Gewöhnliches ist.

Die Talgkernseife ist wesentlich palmitin- und stearinsaures Natron und wird auf *indirectem Wege* dargestellt durch Ver-

seifen von Talg mit Kalilauge und Ueberführen des so entstandenen stearinsauren Kalis durch Kochsalz (durch das Aussalzen) in stearinsaures Natron. Der Siedekessel ist von der Form eines an der Spitze abgerundeten Kegels; der untere Theil, der die Abrundung des Kegels bildet und mit dem Feuer in Berührung kommt, besteht entweder aus genietetem Eisenblech oder ist von Eisen gegossen. Der obere kegelförmige Theil, der sogenannte Sturz, ist in der Regel aus Tannenholz gebildet und hat die Gestalt eines sich nach oben erweiternden Fasses ohne Boden; in neuerer Zeit besteht der Sturz nicht selten aus einer mit Cäment verputzten Mauerung. Man füllt den Kessel mit der erforderlichen Menge Kalilauge von 20 Proc., giebt den Talg hinzu, bedeckt den Kessel mit einem beweglichen Deckel und kocht die Masse unter bisweiligem Umrühren fünf Stunden lang und trägt noch nach und nach Lauge nach. In diesem Zustande zeigt die Masse eine durchsichtige gallertartige Beschaffenheit und wird Seifenleim genannt. Die Seifenleimbildung wird befördert, wenn man nicht auf einmal, sondern nur nach und nach die Lauge zugiebt. Nachdem die Verseifung erfolgt ist, schreitet man zum Aussalzen, welches darin besteht, der heissen Masse Kochsalz zuzusetzen. Man rechnet auf 100 Pfd. Talg 12—16 Pfd. Salz. Die Masse wird im Sieden erhalten, bis der Seifenleim zu einer weissen griesartigen Masse geronnen ist und sich unter derselben eine klare Flüssigkeit, die sogenannte Unterlauge, abscheidet, welche abgelassen wird. Ist eine Vorrichtung zum Ablassen nicht vorhanden, so schöpft man die Seife in den Kühlbottich.

Der Zweck des Aussalzens ist, die Kaliseife durch das Kochsalz in Natronseife zu verwandeln, indem sich Chlorkalium bildet, das in der Mutterlauge gelöst bleibt; ausserdem bewirkt das Aussalzen, dass die Seife von der Unterlauge und dadurch von einer Wassermenge befreit wird, welche die spätern Laugenzusätze bis zur Unwirksamkeit verdünnen würde. Der gewonnene Seifenleim kommt darauf in den Kessel zurück; es wird schwächere Lauge, die Abrichtelauge, darauf gegossen und bis zum Sieden erhitzt. Die Seife löst sich abermals zu einem klaren Leime auf, der aber zum grössten Theile aus Natronseifenleim besteht. Durch das Einkochen wird die Seife immer mehr und mehr concentrirt, sie wird zuerst weich, blasenwerfend (zach) und aufsteigend. Sobald das Schäumen aufhört, die Seife aufpoltert und im Kerne siedet, schöpft man sie von Neuem von der Unterlauge hinweg in die Kühlbütte. Der Zweck dieses zweiten Siedens ist, die Seife, welche bis dahin eine schaumige Beschaffenheit besass, zu einer gleichmässig geschmolzenen und blasenfreien Masse zu vereinigen. Diese Vereinigung befördert man, indem man die Masse vor dem Erkalten mit einem eisernen Stabe schlägt. Durch das Schlagen wird die Seife marmorirt und erhält die sogenannten Mandeln oder Blumen. Zehn Centner Talg geben durchschnittlich

$16^2/_3$ Ctr. Seife, die an der Luft noch um 10 Proc. eintrocknet. Da selbst durch wiederholtes Aussalzen eine vollständige Umwandlung der Kaliseife in Natronseife nicht stattfindet, so ist die gewöhnliche deutsche Kernseife immer mit einer grossen Menge Kaliseife gemengt, welche ihr eine beim Gebrauch angenehme Geschmeidigkeit verleiht.

Die Baumölseife wird mit Baum- oder Olivenöl bereitet, zu welchen man ungefähr 5 Proc. Mohnöl gesetzt hat. Man wendet bei der Herstellung von Baumölseife zwei Arten von Lauge an; die eine davon enthält nur Aetznatron und wird zum Versieden benutzt; die zweite enthält neben Aetznatron noch Kochsalz und dient zum Abscheiden des Seifenleims und zum Klarsieden der Seife. Während des Siedens setzt man etwas Eisenvitriol zu. Die gargesottene Seife erstarrt beim Erkalten zu einer homogenen blaugraugefärbten Masse, deren Farbe von Schwefeleisen (entstanden durch den zugesetzten Eisenvitriol und das Schwefelnatrium der Natronlauge) und Eisenoxydulseife herrührt. Diese bläuliche Färbung ist aber für das Auge nicht angenehm, man sucht deshalb diese Färbung in Adern hervorzubringen, was durch das Marmoriren geschieht. Die Eisenseife ist bei niedriger Temperatur in dem gargesottenen Seifenschleime nicht löslich, sie scheidet sich deshalb beim ruhigen Stehen der Seifenmasse am Boden des Gefässes aus, während der obere Theil aus weisser Seife besteht. Rührt man nun die Seife, anstatt sie während des Erkaltens ruhig stehen zu lassen, zu der rechten Zeit um, so wird sich die gefärbte Eisenseife, anstatt sich am Boden abzusetzen, in der Masse verbreiten und bläuliche Adern bilden, welche man durch das Marmoriren zu erhalten sucht. Durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft gehen das Schwefeleisen und die Eisenoxydulseife allmälig in basisch schwefelsaures Eisenoxyd und in Eisenoxydseife über, wodurch die Adern oberflächlich eine bräunlich-gelbe Färbung annehmen.

Das Colophonium und das gewöhnliche Fichtenharz verbinden sich in der Siedehitze leichter als die Fette mit Alkalien und selbst mit kohlensauren. Die auf diese Weise erhaltene Verbindung ist aber nur uneigentlich Seife zu nennen. Sie hat keine Consistenz und kann nicht ohne Nachtheil zum Einseifen gebraucht werden. Ein ganz anderes Produkt wird erhalten, wenn man zu dem Harze eine gewisse Menge Talg mischt; man erhält dann die sogenannte gelbe Harztalgseife. Die in Deutschland häufig dargestellte Palmölseife ist hinsichtlich der Bereitung der Harztalgseife sehr ähnlich, Man verseift ein Gemenge von 2 Th. Talg und 3 Th. Palmöl mit Kali- oder Natronlauge auf die gewöhnliche Weise und mischt die fertige Seife mit einer Harzseife aus 1 Th. Harz und der nöthigen Menge Kalilauge bereitet.

Die Thatsache, dass dem mit Natronlauge bereiteten Seifenleim eine gewisse Menge Wasser einverleibt werden kann, ohne sein Aussehen wesentlich zu beeinträchtigen, sowie das Bestreben des Publikums, trotz der gesteigerten Preise der in der Seifenfabrikation angewendeten Fette, den Bedarf an Seife so wohlfeil als möglich sich zu verschaffen, hat die Veranlassung gegeben, dass viele Seifenfabrikanten, wie bereits erwähnt, nur noch gefüllte Seifen fabriciren und auf die Herstellung von Kernseife geradezu verzichten.

Die gefüllten Seifen sind nicht so weit ausgesalzen, dass sich die Unter-

lauge von dem Seifenleim abgeschieden hätte; es bleibt demnach der ganze Kesselinhalt beisammen, um als Seife verkauft zu werden. Da die der Seife einverleibte Unterlauge nun wesentlich aus Wasser besteht, so ist demnach Wasser derjenige Stoff, durch den sich der Seifenfabrikant für den gesteigerten Preis der Fettsubstanzen schadlos zu halten sucht. Diese Art Seife, auch Eschweger Seife genannt, erscheint in ihrem frischen, wasserreichen Zustande vollkommen hart und trocken und hat durch die geringere Quantität des verwendeten Fettes einen im Vergleich mit der Kernseife geringeren Preis, ein Umstand, der ihr zahlreiche Freunde zugeführt hat. Man versteht es jetzt, aus 100 Pfd. Fettsubstanz über 300 Pfd. anscheinend guter und harter Seife zu erzielen; wenn nun auch die gegenwärtig im Handel vorkommenden Seifen nicht so stark gefüllt sind, so ist doch eine Produktion von 200—220 Th. frischer Seife aus 100 Th. Fett etwas ganz Gewöhnliches. Namentlich das Cocosnussöl, welches seit dem Jahre 1830 in grösserer Menge in der deutschen Seifenfabrikation verbraucht wird, eignet sich zu gefüllten Seifen, indem es anderen Fetten die Eigenschaft ertheilt, gefüllte Seifen zu bilden.

Wie oben erwähnt, bildet das Kali mit den Fetten, sowol mit den festen, als auch mit den Oelen, nur weiche Seifen, welche an der Luft nicht austrocknen, sondern aus derselben Wasser an sich ziehen und eine Gallerte bilden. In der Regel sind diese sogenannten Seifen unreine Lösungen von Kali-Oelseife in überschüssiger Kalilauge, gemengt mit dem bei der Verseifung ausgeschiedenen Glycerin. Die weichen Seifen können daher nur mit Kalilauge bereitet werden.

Das Aussalzen fällt hinweg, da sonst die weiche Seife in harte Natronseife übergeführt würde, was man nicht beabsichtigt; es erfolgt somit keine Trennung des Seifenleims von der Unterlauge, die mit all ihren Unreinigkeiten der Seife einverleibt bleibt. In Folge der grossen Löslichkeit und der alkalischen Beschaffenheit der weichen Seife, erhält sie für gewisse Anwendungen den Vorzug vor der Natronseife, so unter Anderm zum Walken und Entfetten des Tuches und anderer Wollzeuge.

Andere weiche Seifen sind die neuerdings aufgekommene Glycerinseife, ferner eine aus Schweinefett dargestellte, welche, mit dem ätherischen Oele der bittern Mandeln versetzt, als Mandelseife bekannt ist. Die sogenannte Knochenseife ist nichts als ein Gemenge von gewöhnlicher Harz- oder Cocosnussölseife mit Knochengallerte. Zur Fabrikation dieser Seife werden Knochen mit Salzsäure behandelt, um den darin enthaltenen phosphorsauren Kalk aufzulösen und die zurückbleibende, mit Wasser gut ausgewaschene Gallerte zu dem Seifenleim während des Siedens gegeben. Eine andere Art Knochenseife ist die Liverpool-Armenseife, welche sämmtliche Bestandtheile der Knochen, also nicht nur die Gallerte, sondern auch die Knochenerde enthält. Die in Stücke zerschlagenen Knochen werden mit Kalilauge erweicht und die erweichte Masse unter fortwährendem Sieden mit dem zu verseifenden Oele gemischt. Da es bei den Knochenseifen darauf abgesehen ist, dem Unbemittelten für wenig Geld ein grosses Stück Seife zu liefern, so fällt natürlicherweise bei der Fabrikation

das Aussalzen und Abscheiden von der Mutterlauge weg. Die Kieselseife ist gewöhnliche Oel- und Talgseife, in welche man, um sie ersparender zu machen, Kieselerde eingerührt hat. Die Kieselerde stellt man zu diesem Zwecke dar, indem man gebrannte, mit Wasser abgeschreckte Kiesel- oder Feuersteine fein pulvert und sie in einem Kessel mit überschüssiger Natronlauge behandelt. Die Lauge dient dann zum Verseifen des Fettes. Die Kieselerde ist darin keineswegs in einer chemischen Verbindung, sondern nur mechanisch beigemengt. Anstatt der Kieselerde setzt man auch gepulverten Bimsstein hinzu und erhält die Bimssteinseife. Häufig stellt man die Kieselseife dar, indem man die Kieselerde nicht mechanisch, sondern als Wasserglaslösung der Seife zumischt.

Die Toilettenseifen werden auf dreierlei Weise dargestellt, nämlich: 1) durch Umschmelzen von Rohseife, 2) durch die sogenannte kalte Parfümirung von fertiger geruchloser Seife, 3) durch directe Bereitung. Die Methode des Umschmelzens wird einfach auf diese Weise ausgeführt, dass man die feingehobelte Seife unter fortwährendem Umkrücken in einem Kessel schmilzt und nach dem vollständigen Schmelzen der Seife die Riechstoffe zusetzt und das Ganze gehörig mischt, ehe man es in die Form bringt. Nach dem Verfahren der kalten Parfümirung wird die kalte geruchlose Seife in Riegel geschnitten, diese werden auf einer Maschine in Späne verwandelt, diese mit den Riechstoffen übergossen, mit den Pigmenten versehen und zwischen Walzen malaxirt, bis die Seife gleichmässig gefärbt und parfümirt erscheint. Bei der directen Bereitung der Toilettenseifen wird der aus den reinsten Materialien selbst bereiteten Seife das Aroma und das Pigment in noch weichem Zustande einverleibt. Als Materialien wendet man an Zinnober und Fuchsin für Roth, Schwefelkadmium für Gelb, Ultramarin für Blau, gebrannten Zucker für Braun. Die transparenten oder durchscheinenden Seifen stellt man dar, indem man in Späne geschnittene, vollkommen getrocknete Talgseife mit einem gleichen Gewicht Alkohol übergiesst und das Gemenge in einer Destillirblase erhitzt, bis die Seife gelöst ist. Darauf lässt man die geschmolzene Masse erkalten, damit alle Unreinigkeiten sich absetzen und giesst nach einigen Stunden die klare Flüssigkeit in weissblechene Formen, in welchen den Seifentafeln verschiedene Erhabenheiten aufgedrückt werden. Die Seife wird erst nach 3—4 Wochen fest und brauchbar. Zur Färbung der transparenten Seife wendet man einen alkoholischen Auszug von Cochenille und Alkanna für Roth und Curcumatinctur für Gelb an. Das Parfümiren geschieht sehr häufig mit Zimmetöl.

Die Seife wendet man bekanntlich an zum Reinigen der Haut, der Wäsche, der Tuche, der Wollenzeuge, zum Bleichen, als Schmiermittel, um die Reibung zu verhindern, zur Darstellung lithographischer Tinte u. s. w. Die reinigende Eigenschaft der Seife hat man vielfach dem in ihr enthaltenen Alkali zugeschrieben und die Frage, warum man nicht lieber geradezu Alkalien, kohlensaure oder ätzende, anwende, dahin beantwortet, dass freies Alkali wol im Allgemeinen zu ätzend sein möchte. Das Alkali, obwol es durch seine Verbindung mit den fetten Säuren wesentlich milder geworden ist, hat doch seine Fähigkeit nicht verloren, sich mit Schmutz mancherlei Art, namentlich mit fettigen Substanzen zu verbinden. Die chemische Erklärung dieses eigenthümlichen Verhaltens lässt sich in der Thatsache finden, dass sich die neutralen Salze der Alkalien der fetten Säuren (Stearinsäure, Palmitinsäure, Oelsäure) bei ihrer Auflösung in Wasser zersetzen, wobei

saures-fettsaures Salz sich unlöslich ausscheidet, während ein basisch-fettsaures Alkali gelöst bleibt. A. Fricke erhielt bei einer Seife durch Zersetzung mit Wasser:

Seife	Fette Säuren 89,55	=	Unlösliche	Fette Säuren	91,36
	Natron 10,45			Natron	8,64
			Lösliche	Fette Säuren	86,51
				Natron	13,49

Durch das basisch-fettsaure Alkali wird die anhängende Unreinigkeit von der Faser entfernt und durch die ausgeschiedenen fettsauren Salze eingehüllt und so ein erneutes Niederschlagen derselben verhindert. Der Seifenschaum hält die Schmutztheilchen ebenfalls suspendirt. Die Fettsäuren in der Seife sind als Einhüllungsmittel und Träger der Alkalien anzusehen, wie zugleich als Schutzmittel gegen den Uebergang der Alkalien in den kohlensauren Zustand.

Die Borsäure und der Borax.

Die Borsäure findet sich in der Natur mit Hydratwasser verbunden in dem Sassolin $H_3 BO_3$, ferner in den Mineralien: Boracit (borsaure Magnesia mit Chlormagnesium), Rhodicit (borsaurer Kalk), Tiza oder Boronatrocalcit, Tinkal oder Borax (borsaur. Natron), Datolith (Boro-Silicat) u. s. w. In geringerer Menge kommt sie auch in vielen Mineralwässern und im Wasser des Meerbusens von Californien vor. Ferner in einem Landstrich zwischen Volterra und Massa maritima in Toscana, in welchem an vielen Punkten borsäurehaltige Wasserdämpfe aus Klüften und Spalten des Bodens hervorströmen, die man Soffioni nennt. Durch die Condensation dieser Dämpfe bilden sich Lagunen, die man später auch künstlich anlegte, um die Borsäure der Soffioni fabrikmässig zu gewinnen. Seit 1854 ist die Borsäuregewinnung in Toscana in ein neues Stadium getreten, indem künstliche Soffioni angelegt werden dadurch, dass man einfach in den borsäurehaltigen Grund bohrte.

Um die Borsäure zu gewinnen, stellt man gegenwärtig über den natürlichen Zerklüftungen, aus welchen sich die Fumarolen entwickeln, oder den künstlichen durch Bohrung angelegten Soffionis, mit Wasser angefüllten Bassins (künstliche Lagunen) her, in welche so viel als möglich Soffioni münden. Die Soffioni verdichten sich in diesem Wasser. Sobald das Wasser die nöthige Menge von Borsäure aufgenommen hat, wird sie aus den verschiedenen Lagunen in eine grosse gemauerte Cisterne abgelassen. Aus dieser Cisterne fliesst die Lösung in die Abdampfpfannen. Zum Abdampfen der Borsäurelösung benutzt man die Wärme derjenigen Soffioni, welche wegen ungünstiger Lage sich nicht zur Anlegung von Lagunen eignen. Man umgiebt die Dampfquellen mit einem hölzernen Kamin und leitet sie in gemauerten unterirdischen Kanälen unter die Abdampfbatterien. In den Pfannen setzen sich noch verschiedene Unreinigkeiten, namentlich Gyps ab.

Sobald die Lösung ein spec. Gewicht von 1,070—1,08 bei 80° zeigt, bringt man sie in hölzerne, mit Blei ausgefütterte Krystallisirgefässe, in welchen sich die Borsäure krystallinisch absetzt; man lässt in Körben die Mutterlauge abtropfen und trocknet sie in einem Trockenofen, der ebenfalls durch die Wärme der Soffioni geheizt wird.

Die gereinigte krystallisirte Borsäure krystallisirt in perlmutterglänzenden Blättchen, verliert bis über 100° erhitzt die Hälfte ihres Krystallwassers, ohne zu schmelzen, während die andere Hälfte erst in der Glühhitze und Schmelzen unter starkem Aufblähen ausgetrieben werden kann. Nach dem Erkalten erscheint die wasserfreie Säure als ein durchsichtiges, hartes, sprödes Glas. 1 Th. Borsäure löst sich in 25,6 Th. Wasser bei 15° C. und in 2,9 Th. bei 100°. Die Borsäure ist eine feuerbeständige Säure und treibt, mit schwefelsauren Salzen erhitzt, aus letzteren die Schwefelsäure aus. Mit Wasser- und Alkoholdämpfen verflüchtigt sie sich. Sie ertheilt der Alkoholflamme eine grüne Färbung. In chemischer Hinsicht verhält sie sich der Kieselsäure sehr ähnlich. Die Borsäure wird hauptsächlich zur Fabrikation des Borax, zum Glasiren gewisser Porcellanarten und als Zusatz zur Masse einiger Thonwaaren und in wässeriger Lösung mit Schwefelsäure vermischt zum Tränken der Dochte bei der Stearin- und Paraffinkerzenfabrikation verwendet. Ausserdem dient sie zur Darstellung von Flintglas, und künstlichen Edelsteinen. Seit einigen Jahren benutzt man auch die Borsäure bei der Fabrikation desjenigen Chromoxydhydrates, welches unter dem Namen Smaragdgrün, Pannetier's Grün, *Vert-Guignet*, im Handel sich findet. Die fleischconservirenden Eigenschaften der Borsäure finden in den schwedischen Präparaten Aseptin und Amykos Verwerthung.

Der Borax oder das borsaure Natron (wasserfrei $Na_2B_4O_7$) findet sich fertig gebildet in der Natur in einigen Seen in den Schneegebirgen von Indien, China, Persien, auf Ceylon, namentlich in Gross-Thibet. Ausserdem kommt er in grösserer Menge bei Potosi in Bolivien und im *Borax Lake* in Nevada vor. Der durch freiwillige Verdunstung durch die Sonnenwärme aus dem Wasser der Boraxseen herauskrystallisirte Borax wurde früher in grosser Menge unter dem Namen Tinkal, Tinkana, Swaga oder Pounxa in Europa eingeführt. Er erschien in kleinen sechsseitigen, mehr oder minder abgeplatteten Krystallen, die bisweilen farblos, bald aber auch gelblich oder grünlich waren und auf der Oberfläche immer eine erdige Rinde zeigten, die sich fettig anfühlte und seifenähnlich roch. Die Raffinirung des rohen Borax geschah in Venedig, welches lange Zeit ausschliesslich im Besitz des Geheimnisses der Raffinationsmethode war, und später in Holland.

Seit dem Jahre 1818 begann in Frankreich die Fabrikation von Borax mittelst Borsäure, wodurch sich der Preis des Borax beträchtlich erniedrigte. Dieses Verfahren ist gegenwärtig das allein übliche. Je nach dem Wassergehalt des krystallisirten Borax und seiner Krystallform unterscheidet man 1) den gewöhnlichen (natürlichen oder künstlichen) oder prisma-

tischen Borax, 2) den octaëdrischen Borax, welcher nur die Hälfte des Krystallwassers des prismatischen Borax enthält.

Die Fabrikation des prismatischen Borax ($Na_2B_4O_7 + 10H_2O$) geschieht auf folgende Weise: Man löst in einem mit Bleiblech ausgefütterten Bottich, der durch Wasserdämpfe erwärmt werden kann, 26 Ctr. krystallisirtes kohlensaures Natron in etwa 1500 Litern Wasser und erhitzt bis zum Sieden. Nachdem die Lösung vor sich gegangen und die Flüssigkeit siedet, wird die Borsäure in Quantitäten von 8—10 Pfd. eingetragen. Zur Sättigung der erwähnten 26 Ctr. Soda hat man gegen 24 Ctr. roher Borsäure nothwendig. Die Lösung bleibt in dem Bottich stehen, damit sich alle unlöslichen Substanzen daraus abscheiden. Die geklärte Lauge gelangt dann durch den Hahn in die Krystallisirgefässe. Die Krystallisirgefässe sind aus Holz und mit Bleiblech ausgefüttert. Nach 2—3 Tagen ist die Krystallisation beendigt. Die Krystalle kommen zum Abtropfen auf eine geneigte Ebene. Der so erhaltene Borax erscheint in kleinen zerbröckelten Krystallen, die behufs der Reinigung umkrystallisirt werden müssen. Die hierbei gewonnene Mutterlauge dient zum Lösen neuer Mengen von Soda.

In englischen Fabriken wendet man bei der Darstellung von Borax aus Borsäure folgendes Verfahren an: Man schmilzt die rohe Borsäure mit ihrem halben Gewichte calcinirter Soda auf dem Herde eines Muffelofens ein; die Masse frittet zunächst und geräth dann in schaumigen Fluss, wobei sie fortwährend durch Rührkrücken umgearbeitet wird. Die aus dem Ofen kommende Schmelze wird in eisernen Kesseln in der Wärme ausgelaugt, die Lösung durch Absetzen von den suspendirten Theilchen geklärt und dann in kleineren Gefässen möglichst langsam abgekühlt, um schöne Krystalle zu erhalten. In neuerer Zeit stellt man Borax auch aus der Tiza (Boronatrocalcit) dar, welche gegenwärtig in grosser Menge aus Tarapaca in Peru und von der Westküste Afrika's nach Europa gelangt. Da die Aufschliessung des Minerals mit Schwefelsäure nur ungenügende Resultate gegeben, so wendet man zur Darstellung von Borax aus Tiza die Zersetzung mit Salzsäure an. Zu dem Ende übergiesst man das gemahlene und geschlämmte Material mit zwei Dritteln seines Gewichtes käuflicher Salzsäure und der doppelten Menge Wasser, und digerirt so lange, bis die Zersetzung vollständig ist. Beim Erkalten krystallisirt die Borsäure fast vollständig heraus, während Chlornatrium und Chlorcalcium in der Mutterlauge bleiben. Die herauskrystallisirte Borsäure lässt man abtropfen, presst oder schleudert sie aus, wäscht sie einmal mit kaltem Wasser, schleudert sie nochmals aus und erhält sie dann fast vollkommen rein. Auch auf die Verwendbarkeit der Stassfurter Boracite oder Stassfurtite zur Darstellung von Borax ist aufmerksam gemacht worden.

Der prismatische Borax bildet fast farblose und durchsichtige Krystalle, welche sich in 12 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser zu einer schwach alkalisch reagirenden Flüssigkeit auflösen. An der Luft verwittern die Krystalle nur oberflächlich, zerspringen meistens beim Erwärmen und blähen sich dann zu einer schwammigen Masse auf (calcinirter Borax), die in der Glühhitze zu einem durchsichtigen Glase (Boraxglas) schmilzt, welches aus der Luft nur sehr langsam Wasser aufnimmt und dabei seine Durchsichtigkeit verliert.

Der octaëdrische Borax ($Na_2B_4O_7 + 5H_2O$) wird auf folgende Weise erhalten: Man löst prismatischen Borax in siedendem Wasser, bis die

siedende Lösung 30° B. (= 1,260 spec. Gewicht) zeigt. Darauf überlässt man die Flüssigkeit einer langsamen und regelmässigen Abkühlung. Wenn die Temperatur bis auf 79° C. gesunken ist, fangen die octaëdrischen Krystalle an sich zu bilden und dies dauert fort, bis die Temperatur nur noch 56° beträgt. Von dieser Zeit an giebt die Mutterlauge nur noch prismatische Krystalle. Versäumt man die Mutterlauge zu gehöriger Zeit abzugiessen, so erhält man ein Gemenge von prismatischem und octaëdrischem Borax. Der octaëdrische Borax kommt im französischen Handel unter dem Namen calcinirter Borax, Juwelierborax, Rindenborax u. s. w. vor. Er unterscheidet sich von dem prismatischen Borax ausser durch die Krystallform und den Wassergehalt dadurch, dass die Krystalle eine weit grössere Härte besitzen, denn der gewöhnliche Borax wird durch den octaëdrischen geritzt.

Die Anwendung des prismatischen Borax ist eine sehr mannichfaltige. Geschmolzener Borax hat die Eigenschaft, bei hoher Temperatur Metalloxyde zu lösen und mit denselben durchsichtige, nicht gefärbte Gläser zu bilden, so wird z. B. Borax durch Kobaltoxydul blau, durch Chromoxyd grün gefärbt. Auf diese Eigenschaft, welche man in der analytischen Chemie zum Erkennen und Unterscheiden gewisser Metalloxyde vor dem Löthrohr benutzt, ist auch seine Anwendung zum Löthen basirt. Der Borax ist ferner ein häufiger Bestandtheil des Strass, einiger Glassorten und Emails, sowie vieler Glas- und Porcellanfarben. In grösster Menge benutzt man ihn zur Glasur der feineren Fayence und irdener Thonwaaren, auch zuweilen als Zusatz zur Masse gewisser Thonarten. Der Borax bildet mit Schellack einen in Wasser löslichen Firniss, welcher in der Hutfabrikation (gewöhnlich mit Anilinschwarz gemengt, wenn es sich um schwarze Hüte handelt) zum Steifen der Filzhüte Anwendung findet; mit Caseïn giebt er eine Flüssigkeit, die sich durch grosse Klebkraft auszeichnet und anstatt einer Lösung von arabischem Gummi gebraucht werden kann. Man hat ferner den Vorschlag gemacht, den Borax statt der Seife zum Entschälen der Seide, statt der Soda bei der Wäsche, zum Reinigen der Haare, zu kosmetischen Zwecken etc. zu verwenden. In der Zeugdruckerei und Färberei hat man ihn wiederholt zur Fixation der mineralischen Mordants (namentlich Thonerde und Eisenoxyd), so wie als Menstruum in Wasser unlöslicher Farbstoffe, endlich auch als Surrogat des Kuhkothbades anzuwenden vorgeschlagen. In Folge seiner Eigenschaft, die Fette zu emulsiren, kann der Borax zur Darstellung der Weissbäder dienen. Mit einer Lösung von arabischem Gummi giebt Borax eine sehr consistente Gallerte. Borax ist das zweckmässigste Mittel zur Vertilgung der Schwaben (*Blatta orientalis*). Das borsaure Zink und das borsaure Mangan finden als Siccativ in der Firnissbereitung Anwendung. Das borsaure Chrom findet zur Darstellung der unter den Namen Guignet' Grün, Pannetier's Grün, Smaragdgrün bekannten grünen Farbe Anwendung.

Der Alaun und die schwefelsaure Thonerde.

Der Alaun ist ein aus schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Alkali (Kali, Ammoniak oder Natron) und Krystallwasser bestehendes Salz, welches je nach der Natur des darin enthaltenen Alkalisulfates als Kalialaun, Ammoniakalaun und Natronalaun unter-

schieden wird. Der Alaun, besonders der Kalialaun ($AlK(SO_4)_2 + 12 H_2O$) findet sich als Ausblühung oder Auswitterung nicht selten auf dem Alaunschiefer, seltener in ausgebildeten Krystallen, als vielmehr als Federalaun. Er findet sich vorzugsweise in vulkanischen Gegenden, in schwefelkieshaltigen Thonlagern, auf Stein- und Braunkohlenlagerstätten vor. In der Nähe der Vulkane entsteht der Alaun, indem die sich bildende schweflige Säure bei Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit in Schwefelsäure übergeht, welche auf die in den Laven enthaltene Thonerde und Kali einwirkt. Der natürliche Alaun hat indessen mehr mineralogisches als technisches Interesse, indem aller Alaun, der sich gegenwärtig im Handel findet, künstlich dargestellt ist.

Die fabrikmässige Darstellung des Alauns und der schwefelsauren Thonerde gründet sich auf geeignetes und massenhaftes Vorkommen gewisser Thonerdeverbindungen, welche die Rohmaterialien dieses Industriezweiges abgeben. Je nach ihren Bestandtheilen zerfallen diese Materialien (Alaunerze) in folgende drei Gruppen:

1) In solche, in denen die zur Alaunbildung erforderlichen Bestandtheile (Thonerde, Kali und Schwefelsäure) in solcher Menge vorhanden sind, dass eine Ausscheidung derselben ohne Zusatz von Alkalisalz lohnend erscheint. Hierher gehören der Alaunstein, so wie gewisse Sorten von Alaunschiefer.

2) In solche, in denen nur die Elemente zur Bildung der schwefelsauren Thonerde (Thonerdesilicat und Schwefelkies) vorhanden sind, das Alkalisalz ganz oder doch zum grössten Theile zugesetzt werden muss. Zu dieser Gruppe gehören die Alaunschiefer und die Alaunerze aus der Braunkohlenformation oder die eigentliche Alaunerde.

3) In solche, welche nur die Thonerde enthalten und denen mithin Schwefelsäure und Alkalisalze zugesetzt werden müssen. In diese Abtheilung gehören α) die Thone, β) der Kryolith (Fluoraluminium-Fluornatrium), γ) der Bauxit (eisenoxydhaltiges Thonerdehydrat).

1. *Gruppe.* Der Alaunstein oder Alunit kommt nur in vulkanischen Gegenden vor und ist das Produkt der Einwirkung von schwefligsauren Dämpfen auf trachitische oder andere Gebirgsarten, die reich an Feldspath (Feldspathlava) sind. Der am längsten bekannte Fundort des Alaunsteins ist Tolfa bei Civita-Vecchia in der italienischen Provinz Rom. Ferner findet sich der Alaunstein in ansehnlicher Menge in Munkács im Königreich Ungarn. Der krystallisirte Alaunstein besteht aus schwefelsaurer Kali-Thonerde und Thonerdehydrat (nach der Formel $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 2 Al_2(OH)_6$).

Der Alaunstein verliert schon bei angehender Rothglühhitze sein Wasser und geht in eine Verbindung über, aus welcher das Wasser Alaun auszieht,

während auf ungebrannten Alaunstein das Wasser nicht einwirkt. Aus diesem Verhalten des Alaunsteines in der Hitze ergiebt sich dessen Behandlung, um daraus Alaun zu gewinnen. Es wird das Mineral in Stücke zerschlagen und dann entweder in Haufen oder in Oefen geröstet, worauf der geröstete Stein in grossen länglich gemauerten Bühnen, die mit gemauerten Gräben umgeben sind, in mässig hohen Haufen ausgeschüttet und mit Wasser begossen wird. Der geröstete Alaunstein zerfällt dadurch zu einem blassröthlichen Brei, welcher nun mit heissem Wasser ausgelaugt wird, worauf die klare Lauge, ohne weitern Zusatz, zum Krystallisationspunkte versotten wird. Der römische Alaun hat die Eigenthümlichkeit, beim Erkalten der Lösung erst in Octaëdern und dann in Würfeln zu krystallisiren; man nennt ihn deshalb auch kubischen Alaun. Die fleischrothe Farbe des römischen, ebenso des neapolitanischen Alauns rührt von etwas mechanisch eingeschlossenem Eisenoxyd her, welches beim Lösen der Krystalle in Wasser ungelöst zurückbleibt.

2. *Gruppe.* Weit wichtiger als die Gewinnung des Alauns aus dem Alaunstein ist die Fabrikation desselben aus den eigentlichen Alaunerzen, dem Alaunschiefer und der Alaunerde. Der Alaunschiefer ist ein von Schwefelkies durchdrungener, durch Kohle stark gefärbter Thonschiefer oder Schieferthon, welcher sich häufig in der unmittelbaren Nähe von Steinkohlenflötzen findet. Die Alaunerde ist eine mit vielen erdigen Theilen und Schwefelkies (Vitriolkies) gemengte Braunkohle oder auch ein mit Bitumen und Schwefelkies gemengter Thon. Gewöhnlich ist sie erdig, zuweilen aber auch schieferig. Der Schwefel ist in der Alaunerde theils im freien Zustande (durch Schwefelkohlenstoff ausziehbar), theils als Vitriolkies und Eisenkies enthalten. Das Eisen befindet sich darin theils als Schwefelkies, theils als huminsaures Eisenoxydul.

Die Darstellung des Alauns daraus zerfällt in folgende sechs verschiedene Operationen: 1) Die Röstung der Alaunerde ist die bei Weitem wichtigste aller Operationen, da ein grosser Theil der Alaunwerke nur durch möglichst billige Erzeugung der schwefelsauren Thonerde bei den theuren alkalischen Zuschlagsmitteln seine Existenz behaupten kann. Ob zur Erzielung des Maximums an schwefelsaurer Thonerde die Erze einem wirklichen Röstprocesse unterworfen werden müssen, oder ob ein blosses Verwitternlassen derselben ausreicht, darüber muss die Beschaffenheit der einzelnen Erze und die Erfahrung entscheiden. Durch das Rösten geht das Eisenbisulfuret in Monosulfuret und Schwefel über, welcher letztere ebenso wie der in der Alaunerde enthaltene freie Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt, die zersetzend auf den Thon einwirkt und schwefligsaure und schwefelsaure Thonerde bildet. Erstere geht in Folge des Liegenlassens des gerösteten Haufens an der Luft nach und nach in schwefelsaure Thonerde über. Das Eisenmonosulfuret geht durch den Röstprocess in Eisenvitriol und letzterer in unlösliches basisch schwefelsaures Eisenoxyd über, wobei die Schwefelsäure frei wird, die einen neuen Antheil Thon zersetzt. Werden die Erze sogleich nach der Röstung verarbeitet, so geben sie etwa um $^1/_6$ weniger schwefelsaure

Thonerde, als solche, die nach der Röstung etwa noch ein Jahr der Luft ausgesetzt werden.

2) Das Auslaugen der gerösteten Alaunerze geschieht in Auslaugekästen. Diese Kästen stehen in fünf Reihen neben einander: die erste Reihe ist um eine Kastenhöhe höher als die zweite und diese gleichfalls um eine höher als die dritte. Sie werden zu $^3/_4$ mit Erz und darauf mit Wasser angefüllt. Entfernt man einen unten am Kasten befindlichen Zapfen, so fliesst die Lauge vermittelst einer Rinne in einen zweiten Auslaugekasten, von da in einen dritten und so fort. Man leitet die Lauge in Kästen, in welchen sie so lange stehen bleibt, bis die gröberen Unreinigkeiten sich abgesetzt haben, worauf aus diesen die geklärte Lauge durch einen Kanal in einem vor dem Siedehaus befindlichen bedeckten Behälter oder auch in das Siedehaus selbst geführt wird.

3) Das Concentriren der rohen Lauge durch Abdampfen geschieht in bleiernen Pfannen, welche man zuweilen durch gusseiserne ersetzt. Da diese aber leicht springen, ferner durch die saure Flüssigkeit leicht angegriffen werden, bleierne Pfannen dagegen leicht durchschmelzen, so hat man gegenwärtig auf den meisten Alaunwerken die zweckmässige Einrichtung getroffen, dass die Lauge in gemauerten Räumen, welche den Herd eines Flammenofens bilden, sich befindet und die Flamme und heisse Luft über die Oberfläche hinstreichen. Da hierbei die Rohlauge durch Russ und Flugasche verunreinigt wird, so verdient die Gasheizung alle Beachtung.

4) Die Präcipitation der Gut- oder Garlauge oder das Mehlmachen geschieht durch Zusatz eines Kalisalzes, wenn man Kalialaun, eines Ammoniaksalzes, wenn man Ammoniakalaun darstellen will. Die Lösung des Alkalisalzes wird der Fluss oder das Präcipitirmittel genannt. Indem die schwefelsaure Thonerde der Lauge mit dem Alkalisalze zusammentritt, bildet sich Alaun, welcher in dem Flüssigkeitsquantum, das in der Lauge und dem Fluss enthalten ist, in der Kälte sich nicht löst und daher zum grössten Theile sich abscheidet. Die Bildung grösserer Krystalle, welche Mutterlauge einschliessen und dadurch verunreinigt würden, sucht man durch Umrühren der Lauge zu verhindern. Der Alaun scheidet sich in Gestalt eines feinen krystallinischen Pulvers als Alaunmehl aus, welches von der anhängenden Mutterlauge durch Waschen befreit werden kann.

5) Das so gewonnene Alaunmehl wird gewaschen, um es von anhängender Mutterlauge zu befreien.

6) Das gewaschene Alaunmehl wird durch Umkrystallisiren in die Form von grösseren Krystallen gebracht, wodurch der Alaun grössere Reinheit erhält als in der Gestalt von Alaunmehl. In den deutschen Alaunwerken löst man zu diesem Zwecke das Alaunmehl in 40 Proc. seines Gewichtes siedendem Wasser in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Bottichen (Wachspfannen) und leitet die heisse Lösung in die Krystallisir- oder Wachsfässer. Die Krystallisation des Alauns in denselben erfolgt sehr bald und ist je nach der Temperatur der Luft in 8—10 Tagen beendigt. Nach vollendeter Krystallisation findet sich nur in der Mitte des Fasses noch eine geringe Quantität flüssiger Lauge, während der ganze übrige Raum mit Alaunkrystallen angefüllt ist. Das Fass wird umgestürzt, um die Lauge abfliessen zu lassen. Um beim Transport des Alauns die Holzfracht zu sparen, welche durch Verpacken des Alauns in Fässer nothwendig veranlasst würde, zerschlägt man die fest zusammenhängende Krystallmasse nicht,

sondern verschickt sie in der ursprünglichen Tonnenform. Man nennt die Krystallisation des Alauns das Wachsmachen und die reinen Krystalle die Wachskrystalle.

3. *Gruppe.* **Die Darstellung des Alauns und der schwefelsauren Thonerde aus solchen Materialien, welche nur Thonerde enthalten und denen mithin Schwefelsäure und Alkalisalz zugesetzt werden muss, hat gegenwärtig eine grosse Ausdehnung erlangt. Die thonerdehaltigen Materialien, die hierzu Anwendung finden, sind *α*) der Thon; *β*) der Kryolith; *γ*) der Bauxit.**

α) Darstellung von Alaun aus Thon. Man verwendet hierzu einen möglichst kalk- und eisenfreien Thon und glüht ihn bei Zutritt der Luft, theils um daraus das Wasser zu entfernen, theils aber auch, um die Thonerde löslicher in Säuren zu machen. Man trägt den schwach geglühten und pulverisirten Thon in Schwefelsäure von 50° B. ein, die vorher in einer Bleipfanne bis nahe zum Sieden erhitzt worden ist. Die Masse schäumt auf und verdickt sich. Man lässt sie in eisernen Kästen erstarren. Sodann zieht man sie mit Wasser aus, lässt die Flüssigkeit absetzen und kocht sie nach dem Klären mit der nöthigen Menge zweifach-schwefelsauren Kalis. Man überlässt die Mischung in bleiernen Pfannen der ruhigen Krystallisation. Der so gewonnene Rohalaun wird mit Wasser gewaschen, sodann in Wasser gelöst und die Lösung während des Erkaltens in einer flachen Bleipfanne gerührt, wodurch man Alaunmehl erhält, das mit Wasser abgespült und dadurch von aller Mutterlauge befreit wird. Man verwendet dieses Alaunmehl, ohne es in Krystalle zu verwandeln.

β) Darstellung des Alauns aus Kryolith. Seit dem Jahre 1857 stellt man Alaun und schwefelsaure Thonerde aus dem grönländischen Mineral Kryolith oder Grönlandspath ($AlFl_3$, $3NaFl$) dar. Die hierbei angewendete Methode ist folgende: Man erhitzt ein Gemenge von 1 Molek. Kryolith mit 6 Molek. kohlensaurem Kalk. Es bildet sich unter Entweichen von Kohlensäure in Wasser lösliches Natronaluminat und unlösliches Fluorcalcium ($2\,AlFl_3$, $3\,NaFl + 6\,CaCO_3 = Al_2O_3$, $3\,Na_2O + 6\,CaFl_2 + 6\,CO_2$). Man laugt alsdann das Natronaluminat mit Wasser aus und leitet in die Lösung die bei der vorhergehenden Schmelze entwichene Kohlensäure, welche unter Bildung von kohlensaurem Natron Thonerdehydrat ausscheidet. Die geklärte Lauge giesst man ab und versiedet sie auf Soda, während die ausgewaschene Thonerde in verdünnter Schwefelsäure gelöst wird. Diese Lösung wird entweder zur Bildung von Alaun mit einem Kalisalz versetzt oder für sich abgeraucht und das entstehende feste Salz unter dem Namen concentrirter Alaun oder Sulfat in der Färberei verwendet.

γ) Darstellung von Alaun aus Bauxit. Im südlichen Frankreich bei *Argile des Baux*, dann bei Fons à Fy im Département der Charente, ferner in Calabrien, bei Belfast in Irland, in Steiermark, in Krain (in der Wochein, weshalb der Bauxit auch Wocheinit genannt wird) und am Senegal finden sich grosse Mengen eines Minerals, wesentlich aus eisenoxydhaltigem Thonerdehydrat (mit 60 Proc. Thonerde) bestehend, welches, weil es zuerst in der Commune Baux in Frankreich gefunden wurde, mit dem Namen Bauxit bezeichnet worden ist. Behufs der Herstellung von Alaun und

schwefelsaurer Thonerde schliesst man den Bauxit durch Erhitzen mit kohlensaurem Natron oder mit einem Gemenge von schwefelsaurem Natron mit Kohle auf. In beiden Fällen bildet sich durch Auslaugen der aufgeschlossenen Masse eine Lösung von Natron-Aluminat, aus welcher genau so wie beim Kryolith beschrieben, Alaun (oder schwefelsaure Thonerde) und Soda dargestellt wird.

Der Kalialaun ($AlK(SO_4)_2 + 12 H_2O$) krystallisirt in regulären Octaëdern, verliert bei 60° C. 9 Moleküle Wasser, schmilzt bei 92° in seinem Krystallwasser zu einer farblosen Flüssigkeit und bleibt nach dem Erkalten noch längere Zeit flüssig, bevor er zu einer Krystallmasse erstarrt. Nicht ganz bis zum Glühen erhitzt, verliert er unter starkem Aufblähen sein Wasser und geht in gebrannten Alaun (*Alumen ustum*) über, der als weisse, poröse, zerreibliche Masse erscheint. Diese Lösung schmeckt süsslich zusammenziehend und reagirt sauer; in Folge dieser sauren Reaktion entwickelt Alaun mit Kochsalz erhitzt Salzsäure und zerstört concentrirte Alaunlösung die blaue Farbe vieler (aber nicht aller) Ultramarinsorten.

Häufiger als den Kalialaun stellt man gegenwärtig den Ammoniakalaun ($Al(NH_4)(SO_4)_2 + 12 H_2O$) dar. Wegen des hohen Preises des Kalis und der überhandnehmenden billigen Darstellung von Ammoniaksalzen in Folge der Steinkohlengasbereitung ist es wahrscheinlich, dass der Ammoniakalaun mit der Zeit den Kalialaun verdrängen wird. Beim starken Erhitzen des Ammoniakalauns entweicht schwefelsaures Ammoniak, Wasser und Schwefelsäure, während reine Thonerde zurückbleibt.

Seit etwa zwanzig Jahren findet sich unter dem Namen concentrirter Alaun schwefelsaure Thonerde in dem Handel und erscheint in platten, viereckigen, zolldicken, weissen und krystallinischen Tafeln. Die schwefelsaure Thonerde (in reinem Zustande von der Formel $Al_2(SO_4)_3 + 18 H_2O$) löst sich leicht in Wasser, schmeckt süsslich herb, jedoch viel intensiver als gemeiner Alaun. Man erhält sie entweder durch Behandeln von kalk- und eisenfreiem Thon mit Schwefelsäure oder durch Auflösen der bei der Verarbeitung des Kryoliths und Bauxits erhaltenen Thonerde in Schwefelsäure. Die schwefelsaure Thonerde findet von Jahr zu Jahr ausgedehntere Anwendung und droht den Alaun theilweise zu verdrängen.

Das Thonerde-Natron oder Natron-Aluminat ($Al(ONa)_3$) in 100 Theilen aus Thonerde 52,79 Natron 47,21 bestehend, ist ein Thonerdepräparat, welches durch Abdampfen der durch Auslaugen des aufgeschlossenen Kryoliths und Bauxits erhaltenen Flüssigkeit bis zur Trockne dargestellt wird und eine sehr geeignete Form darbietet, in welcher die Thonerde in der Färberei und Zeugdruckerei benutzt werden kann. Auch zum Härten von Steinen, zum Leimen der Papiermasse u. s. w. hat man das Thonerde-Natron anzuwenden vorgeschlagen.

Der Alaun findet in Folge der grossen Verwandtschaft der Thonerde zu den Gespinnstfasern, namentlich Wolle und Baumwolle einestheils, anderntheils zu den Farbstoffen (mit Ausschluss der Theerfarben) Anwendung in der Färberei und Zeugdruckerei, insofern die Thonerde die Verbindung des Farbstoffes mit der Faser vermittelt. Auf der Eigenthümlichkeit

des Thonerdehydrates, mit den Farbstoffen Verbindungen einzugehen, beruht die Anwendung des Alauns zur Darstellung der Lackfarben. Der Alaun dient ferner als Läuterungsmittel beim Ausschmelzen des Talges, zum Härten des Gypses, zum Unlöslichmachen des Leimes in der Handpapierfabrikation und zur Herstellung des vegetabilischen Leimes (pininsaure Thonerde) in der Maschinenpapierfabrikation, zur Darstellung der essigsauren Thonerde. In der Weiss- oder Alaungerberei macht eine Lösung von Alaun und Kochsalz die geschwellten Häute weissgar. Oelsaure und palmitinsaure Thonerde (Thonerdeseife) dienen zum Garmachen des Leders. Der Alaun dient ferner als Klärungsmittel vieler Flüssigkeiten, z. B. schlammigen Trinkwassers; im letzteren Falle werden, indem der Alaun aus dem Schlamm Thonerde aufnimmt und in unlöslichen Alaun übergeht, die in dem Wasser suspendirten Unreinigkeiten von dem niederfallenden Alaun eingehüllt und die Flüssigkeit wird dadurch geklärt. Eine siedend gesättigte Lösung von Alaun, Kochsalz und Salpeter wird zum Färben des Goldes benutzt.

Die essigsaure Thonerde (Aluminium-Acetat) wird durch Zersetzung von schwefelsaurer Thonerde mit essigsaurem Blei, Baryt oder Kalk erhalten; die von dem schwefelsaurem Blei abfiltrirte Flüssigkeit wird zur Trockne verdunstet; die zurückbleibende Masse ist gummiartig und nicht krystallisirbar, zerfliesslich und sehr zusammenziehend. Lässt man sie an der Luft verdunsten, so geht die essigsaure Thonerde unter Verlust von Essigsäure in eine in Wasser vollkommen unlösliche Verbindung (basisch essigsaure Thonerde) über. Im reinen Zustande findet diese Verbindung weit seltener Anwendung als mit Alaun, essig- und schwefelsaurem Kali oder Ammoniak vermischt, in welchem Zustande sie die Rothbeize bildet. Die essigsaure Thonerde kommt nicht in den Handel, sondern wird von den Consumenten selbst bereitet. Man verwendet die essigsaure Thonerde als Beize in der Baumwollfärberei und Zeugdruckerei, sowie zum Wasserdichtmachen von Wollgeweben.

Das Ultramarin.

Das Ultramarin ist die bekannte schöne blaue Farbe, die man früher aus dem Lasurstein (*Lapis Lazuli*) ausschied, jetzt aber künstlich in den Ultramarinfabriken Europa's in der Menge von 250,000 Ctr. jährlich darstellt.

Aus dem Lasursteine stellte man ehedem das Ultramarin dar, indem man die wenigen guten Stücken gröblich pulverte, glühte, in Wasser abschreckte und das erhaltene feine Pulver mit sehr verdünnter Essigsäure digerirte, um den mit dem Lasurstein gemengten kohlensauren Kalk aufzulösen. Darauf wurde der Lasurstein fein gerieben, mit einem gleichen Gewichte eines Gemenges von Harz, Leinöl und Burgunderpech gemischt. Diesen Teig knetet man nun unter Wasser so lange, als dasselbe noch blau gefärbt wird; aus dem Wasser setzt sich das Ultramarin als feines Pulver ab. Auf diese Weise erhielt man ungefähr 2—3 Proc. Ultramarin, welches wegen seiner Schönheit und Seltenheit, wegen seiner Unveränderlichkeit am Lichte, im Oel und auch Kalke in sehr hohem Preise stand.

Das künstliche Ultramarin wurde von Christian Gmelin im Jahre 1822 entdeckt, aber 1828 erst von Guimet in grösseren Mengen dargestellt. Die ersten deutschen Ultramarinfabriken wurden gegründet 1836 (von Leverkus) in Wermelskirchen und 1838 (von Zeltner und Heyne) in Nürnberg. Die angewendeten Rohstoffe sind: 1) ein möglichst eisenfreies Thonerdesilicat, am besten Porcellanerde, 2) calcinirtes Glaubersalz, 3) calcinirte Soda, 4) Schwefelnatrium (als Nebenprodukt der Fabrikation), 5) Schwefel, 6) Holzkohlen- oder Steinkohlenpulver. Nach einem besonderen Verfahren wendet man noch 7) Kieselerde als Zusatz an.

Die verschiedenen Verfahren der Ultramarindarstellung lassen sich auf folgende drei, nach den Rohstoffen classificirt, zurückführen, nämlich:

1) Fabrikation von Glaubersalz- oder Sulfat-Ultramarin;
2) „ „ Soda-Ultramarin;
3) „ „ Kieselerde-Ultramarin.

1) Das Glaubersalz- oder Sulfat-Ultramarin wird nach dem sogenannten Nürnberger Verfahren aus Kaolin, Sulfat und Kohle dargestellt. Auf 100 Th. Kaolin (entwässert) rechnet man 100 bis 83 Th. Sulfat und 17 Th. Kohle. Das nach diesem Verfahren erhaltene Produkt (Rohultramarin) ist grün und wird nach dem Auslaugen, Schlämmen und Trocknen mit Schwefel gemengt und bei Luftzutritt erhitzt, wobei der meiste Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt und man Ultramarinblau erhält. Das Nürnberger Verfahren giebt mehr die hellblauen Varietäten. Es enthält 6—8 Proc. Schwefel und widersteht der Einwirkung einer gesättigten Alaunlösung nicht. Die Materialien werden nach dem Abwägen im gepulverten Zustande gut gemengt. Das Gemenge wird locker in Häfen aus feuerfestem Thon gefüllt. Das Erhitzen geschieht in Oefen, deren Construktion der der kleinen Porcellanöfen ähnlich ist, bei erforderlicher hoher und gleichförmiger Temperatur und möglichst gehindertem Luftzutritte. Die Temperatur, welche den Glühgefässen nach und nach ertheilt wird, streift an helle Rothglühhitze oder angehende Weissglühhitze. Die Dauer eines Brandes variirt von 7—10 Stunden. Man lässt den Ofen verschlossen erkalten. Der Inhalt der Häfen erscheint als eine gesinterte Masse von grauem oft gelbgrünem Ansehen; er wird wiederholt abgewässert. Das so erhaltene Ultramarin ist eine lockere, schwammige, aus kleinen und grossen porösen Stücken bestehende Masse, die auf Mühlen bis zur äussersten Feinheit gemahlen wird; das Pulver wird gewaschen und nach dem Waschen getrocknet. Nachdem das Produkt noch in Quetschmühlen trocken gerieben und durch Haarsiebe geschlagen wurde, ist es als grünes Ultramarin sowol zum Verkauf, als auch zur Ueberführung in blaues Ultramarin anwendbar. Das grüne Ultramarin hat als grüne Farbe im Ganzen noch einen untergeordneten Werth, indem es an Schönheit der Nuance den meisten Kupferfarben nachsteht. Die Ueberführung des grünen Ultramarins in blaues kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden und bietet keine Schwierigkeit dar, gegenwärtig findet aber allgemein diese Ueberführung durch Mengen des grünen Ultramarins mit 8 Proc. Schwefel und Rösten des

Gemenges bei niedriger Temperatur und unter Luftzutritt statt, so dass der Schwefel zu schwefliger Säure verbrennen kann, wobei zugleich ein Theil des Natriums sich oxydirt, welches dann aus dem blauen Ultramarin als schwefelsaures Natron ausgezogen wird. Nach Erzielung der blauen Farbe wird das Ultramarin ausgewässert, wobei Glaubersalz gewonnen wird. Das ausgewaschene Ultramarin wird präparirt. Das Präpariren des Ultramarins geschieht auf der granitnen Präparirmühle mit Bodenstein und Läufer. Die fein geriebene Farbe wird nun noch geschlämmt und die verschiedenen Schlämmwasser in Bottiche von Nr. 00, 0, 1, 2, 3 u. s. w. abgelassen, woraus die verschiedenen Sorten Farbe gewonnen werden. Während des Schlämmens geht auch das Versetzen der helleren Sorten des Ultramarins mit Porcellanthon vor sich. Die breiige Masse von geschlämmtem Ultramarin wird in hanfene Säcke gebracht und ausgepresst und nach dem Auspressen auf Horden in geheizten Räumen getrocknet. Die getrocknete Masse wird gesiebt.

2) Das Soda-Ultramarin ist entweder reines Soda-Ultramarin oder ein Gemenge davon mit Sulfat-Ultramarin. Der Satz besteht beispielsweise aus:

	I.	II.
Kaolin	100	100
Sulfat	—	41
Soda	100	41
Kohle	12	17
Schwefel	60	13

Das Erhitzen des Gemenges geschieht in Häfen oder besser in Flammenöfen. Es bildet sich ein grün gefärbtes Produkt, das zerreiblich und so porös ist, dass es den Sauerstoff mit grosser Leichtigkeit zu absorbiren vermag. Daher wird beim Erkalten des Flammenofens der grösste Theil des Produkts in Ultramarinblau übergeführt. Ultramaringrün kann daher nach diesem Verfahren nicht dargestellt werden. Mengt man das so erhaltene unvollkommene Blau mit Schwefel und unterwirft es in grossen Muffeln, deren Boden aus feuerfesten Platten besteht, und die Decke aus Eisen, dem Abbrennen, so erhält man vollkommenes Ultramarinblau, welches sich von dem Endprodukt des Nürnberger Verfahrens durch dunklere Färbung und grösseren Farbenreichthum auszeichnet.

3) Das Kieselerde-Ultramarin ist Soda-Ultramarin, bei dessen Bereitung fein zertheilte Kieselerde zugesetzt wurde und zwar 5—10 Proc. vom Gewicht des Kaolins. Das durch das Kieselerdeverfahren dargestellte Ultramarin ist stets blau und die weitere Behandlung mit Schwefel fällt weg. Es widersteht einer Alaunlösung und zwar um so besser, je mehr Kieselerde es enthält, und ist durch eine eigenthümlich röthliche Färbung charakterisirt, deren Intensität mit der Kieselerdemenge wächst. Das Kieselerdeverfahren liefert für viele Zwecke das vorzüglichste Produkt. Die Zusammensetzung der beiden Haupt-Ultramarinsorten mit röthlichblauer (α) und mit rein blauer Nuance (β) ergiebt sich aus folgenden Analysen von R. Hofmann (1873):

	(α)	(β)
Thonrückstand	3,61	2,11
Kieselerde	40,77	37,77
Thonerde	23,74	29,54
Kali	0,83	1,38
Natron	18,54	21,61
Schwefel	13,58	7,87
	101,07	100,28

Das Ultramarin ist ein unfühlbares lasurblaues Pulver, das sich in Wasser nicht löst und an dasselbe nichts abgeben darf; es wird von alkalischen Laugen nicht angegriffen, jedoch durch Säuren, selbst durch sauer reagirende Salze, wie z. B. durch Alaunlösung, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas entfärbt. Die Bezeichnung „säurefestes Ultramarin", welche man dem Kieselerde-Ultramarin gegeben hat, bezieht sich nur auf die Widerstandsfähigkeit gegen Alaun. Es dient besonders zum Malen und Tünchen auf Kalkgrund, so wie in der Wasserglasmalerei, zum Tapetendruck, in der Buntpapierfabrikation, zum Druck auf Leinwand, Baumwoll-, Woll- und Seidenzeuge u. s. w., wobei das Ultramarin mit Hülfe von Albumin befestigt wird. Ein grosser Theil des Ultramarins wird ferner angewendet, um an sich gelblich- oder röthlich-weisse Stoffe dem Auge rein weiss erscheinen zu lassen. Die blaue Farbe des Ultramarins wirkt auf den schmutzig gelben Ton zu Weiss ergänzend. Man nennt diese Art der Anwendung des Ultramarins das Blauen, das indessen weit richtiger das Weissen zu nennen wäre. So blaut man unter Anderm die Leinwand, die Papiermasse, die Wäsche, die Kalkmilch beim Anstreichen, die Stärke, die Stearinmasse zur Kerzenfabrikation, und endlich auch den Zucker. Das grüne Ultramarin, welches namentlich als Tüncher-, seltener als Tapetenfarbe Anwendung findet, ist zuweilen mit Indig und einer gelben Zinnlackfarbe geschönt.

III. Abschnitt.

Technik des Glases, der Thonwaaren, des Gypses, Kalkes und Mörtels.

Das Glas.

Unter Glas versteht man ein durch Schmelzen erhaltenes amorphes Gemenge verschiedener kieselsauren Salze, in welchen Alkalisilicat und Kalksilicat meist die Hauptbestandtheile bilden. Bei einigen Gläsern wie bei dem Wasserglas, dessen Anwendbarkeit auf seine Löslichkeit im Wasser sich gründet, ist nur kieselsaures Alkali vorhanden, in allen anderen Fällen sind neben dem Alkali (Kali oder Natron) noch andere Basen, entweder alkalische und eigentliche Erden wie Kalk, Baryt, Strontian, Magnesia, Thonerde u. s. w., oder Metalloxyde wie Bleioxyd, Wismuthoxyd, Thalliumoxyd, Zinkoxyd, Eisenoxydul, Manganoxydul u. s. w., vorhanden. In einzelnen Fällen, wie bei der Darstellung gewisser zu optischen Zwecken dienender Gläser, wird die Kieselsäure entweder zum Theil oder gänzlich durch Borsäure ersetzt.

Das Glas ist entweder durchsichtig (eigentliches Glas) oder es ist undurchsichtig (Schmelzglas oder Email), farblos oder gefärbt und widersteht, wenn man von dem Wasserglase absieht, der Einwirkung von Luft und Wasser, den Einflüssen der gewöhnlichen Säuren und alkalischen Flüssigkeiten bis zu einem gewissen Grade. Durchsichtigkeit und Beständigkeit in chemischer Hinsicht sind die werthvollsten Eigenschaften des Glases, die demselben anhaftende Zerbrechlichkeit und Sprödigkeit ein Uebelstand, der aber mit der Natur des Glases auf das Innigste verknüpft ist. Amorphismus gehört zum Grundbegriffe des Glases. Verschwindet der amorphe Zustand des Glases, d. h. geht es in den krystallinischen Zustand über, so hört es auf Glas zu sein. Der Amorphismus des Glases wird durch die Zusammengesetztheit bedingt. Einfache Silicate haben das Be-

streben, aus dem amorphen Zustand in den krystallinischen überzugehen und sind schon aus dem Grunde nicht zur Glasfabrikation geeignet. In Folge der amorphen Beschaffenheit geht dem Glase jede regelmässige Spaltbarkeit ab und ist an den stets scharfkantigen Bruchstücken nur der muschelige Bruch nach allen Richtungen hin wahrzunehmen. Ist das Glas in dicken Massen spröde, so zeigt es in dünnen Blättchen und Fäden eine grosse Elasticität und Biegsamkeit, daher die Anwendbarkeit des Glases als Gespinnstfaser.

Die Rohmaterialien der Glasfabrikation sind folgende:

1) Die Kieselerde, die sich rein als Bergkrystall, Quarz und in gewissen Sandsorten und mit Basen verbunden in vielen Silicaten findet, wird in der Glasfabrikation meist als Quarz, Sand oder Feuerstein angewendet. Der Sand muss zu den bessern Glassorten möglichst eisenfrei sein. Vor der Anwendung pflegt man den Sand auszuglühen, damit er mürbe werde, sich mit weniger Mühe mahlen lasse und leichter schmelze. Zuweilen muss der Sand geschlämmt werden, um ihn von Thon, Humus u. dgl. zu befreien. Zu ordinären Glassorten, wo die Farbe des Glases unwesentlich ist, ist es vortheilhafter, einen unreinen Sand anzuwenden, da mit Thon, Mergel und Lehm verunreinigter Sand weit leichter schmilzt als reiner. Aus diesem Grunde bedient man sich zur Herstellung des Bouteillenglases anstatt der Kieselerde nicht selten des Mergels oder Lehms, welche ausser der Kieselerde auch noch beträchtliche Mengen von Thonerde in die Glasmasse bringen.

2) Die Borsäure setzt man für gewisse Glassorten als theilweises Ersatzmittel für Kieselsäure zu; sie befördert die Schmelzbarkeit der Masse, giebt dem Glase einen hohen Glanz und ist ein vorzügliches Mittel gegen das Entglasen. In der Regel setzt man sie der Glasmasse in Gestalt von Borax (borsaurem Natron) zu. Neuerdings hat man vorgeschlagen die Tiza (Boronatrocalcit) in der Glasfabrikation anzuwenden.

3) Kali und Natron wendet man in sehr verschiedener Form in der Glasfabrikation an, Kali jedoch meist in Form von Potasche, Natron meist in Gestalt von Soda und Glaubersalz. Calcinirte Soda wird, wenn es die Art des herzustellenden Glases erlaubt, gegenwärtig stets der Potasche vorgezogen, da das Natron, bei billigerem Preise, eine grössere Sättigungscapacität besitzt. Seit dreissig Jahren etwa wird zu weissem Glase das Natron in Gestalt von Glaubersalz gesetzt; in diesem Falle setzt man zu dem Gemenge der Kieselerde mit dem Glaubersalz so viel Kohle, dass die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure und die Kohle zu Kohlenoxyd reducirt wird. Das entstandene schwefligsaure Natron wird dann leicht von der Kieselsäure unter Freiwerden von schwefliger Säure zersetzt. Leider geht hierbei der Schwefel total verloren.

4) Der in der Glasfabrikation angewendete Kalk muss möglichst eisenfrei sein. Man verwendet ihn als Marmor oder Kreide entweder im rohen Zustande, d. h. ohne ihn vorher zu brennen oder zu pulvern, oder gebrannt und gelöscht. In der Regel verwendet man ihn im natürlichen Zustande entweder als gepochten Kalkstein oder geschlämmte Kreide. Auf 100 Gewichtstheile Sand rechnet man in der Regel 20 Gewichtstheile Kalk. In einigen böhmischen Fabriken wendet man den Kalk in der zweckmässigsten Form, nämlich als kieselsauren Kalk, als Wollastonit an. Anstatt des Kalkes kann man auch Strontian und Baryt anwenden, ersteren

in Gestalt von Strontianit, letzteren in Form von Witherit. Zu gewissen Glassorten setzt man den Kalk in Gestalt von Flussspath zu.

5) Das Bleioxyd wird in den meisten Fällen in Gestalt von Mennige angewendet, welche, indem sie einen Theil ihres Sauerstoffs abgiebt und dadurch zu Bleioxyd reducirt wird, reinigend auf die Glasmasse einwirkt. Das Blei giebt dem Glase ein hohes specifisches Gewicht, hohes Lichtbrechungsvermögen, Weichheit und Schleifbarkeit. Es ertheilt dem Glas einen schwachgelblichen Ton und hat den Uebelstand, die Masse der Glashäfen stark anzugreifen. Die Mennige muss vollkommen frei sein von Kupfer und Zinnoxyd, weil ersteres das Glas grün färben, letzteres das Glas milchig und undurchsichtig machen würde. Das Bleiweiss würde eben so gut als die Mennige in der Glasfabrikation Anwendung finden können, wenn es nicht meist mit Schwerspath versetzt wäre.

6) Das Zinkoxyd wird der Glasmasse stets in Gestalt von Zinkweiss zugesetzt. Wenn die Farbe des herzustellenden Zinkglases nicht in Betracht zu ziehen ist, so wird man mit Sand, Glaubersalz und Zinkblende Zinkglas herstellen können.

7) Das Wismuthoxyd, das nur in kleiner Menge zur Herstellung gewisser optischer Gläser Anwendung findet, wird zu der Glasmasse entweder als Wismuthoxyd oder als salpetersaures Wismuthoxyd gesetzt.

Die Zusammensetzungen gewisser in der Natur vorkommender Silicate nähern sich in ihrer Zusammensetzung dergestalt der des Bouteillenglases, dass dieselben, mit den erforderlichen Zusätzen versehen, in der Glasfabrikation Anwendung finden können. Hierher gehören der Feldspath, der Pechstein, der Bimsstein, der Klingstein, der Amphibol, der Basalt und manche Laven. Auch manche Hochofen- und Eisenfrischschlacken finden in der Glasfabrikation Anwendung. Gewisse Laven kann man, ebenso wie den Basalt, ohne weiteren Zusatz durch Schmelzen in Glas überführen. Leichtschmelzende Thone, eisen- und kalkhaltiger Lehm oder Mergel lassen sich auch zu Bouteillenglas anwenden.

Zu farblosen Gläsern bedient man sich ausser den genannten Materialien noch gewisser Entfärbungsmittel, welche theils chemisch durch Sauerstoffabgabe, theils physikalisch durch Ergänzung verschieden gefärbter Nüancen zu Weiss wirken. Solche Entfärbungsmittel sind der Braunstein, die arsenige Säure, der Salpeter und die schon erwähnte Mennige.

Die in den vorstehenden Abschnitten betrachteten Materialien der Glasfabrikation werden niemals für sich allein verschmolzen, sondern immer mit ungefähr dem dritten Theile schon fertigen Glases. Dazu dienen die Glasscherben oder Brocken (das Bruchglas), deren sorgfältiges Einsammeln eben so gut zum Betrieb einer Glasfabrik gehört, wie das Lumpensammeln zum Betrieb einer Papiermühle. Durch umsichtiges Sammeln gehen in der That nur geringe Mengen von Glas verloren, so dass der Glasfabrikant thatsächlich nur die Umgestaltung der Glasbrocken zu übernehmen hat. Da bei wiederholtem Umschmelzen der Glasscherben immer ein Theil der Alkalien durch Verflüchtigung verloren geht, so muss bei jedesmaligem Schmelzen Alkali zugegeben werden.

Die Glashäfen oder die Schmelzgefässe, in welchen der Glassatz geschmolzen wird, werden aus schwer schmelzbarem Thon

und gepulverten Chamottesteinen angefertigt; sie sind ungefähr 0,6 Meter hoch und in den Wänden 9—12 Centimeter stark.

Die Form der Glashäfen ist verschieden. Bei Holz- und Gasfeuerung ist sie die eines nach unten conischen Cylinders (Fig. 11). Bei Steinkohlenfeuerung wendet man die Haubenhäfen oder bedeckten Häfen (Fig. 12) an, welche oben mit einer gewölbten Haube endigen, deren hinterwärts stehende Oeffnung sich von innen an das Arbeitsloch anschliesst.

Fig. 11.



Fig. 12.

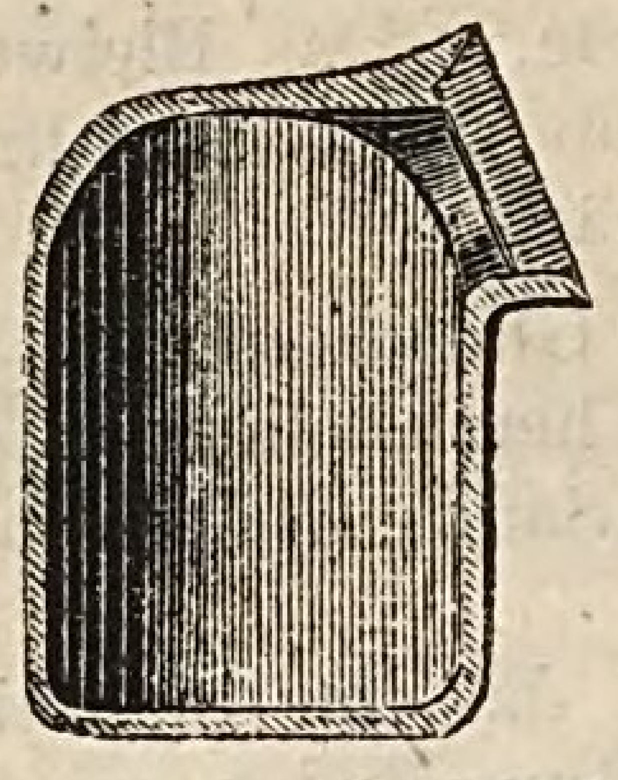
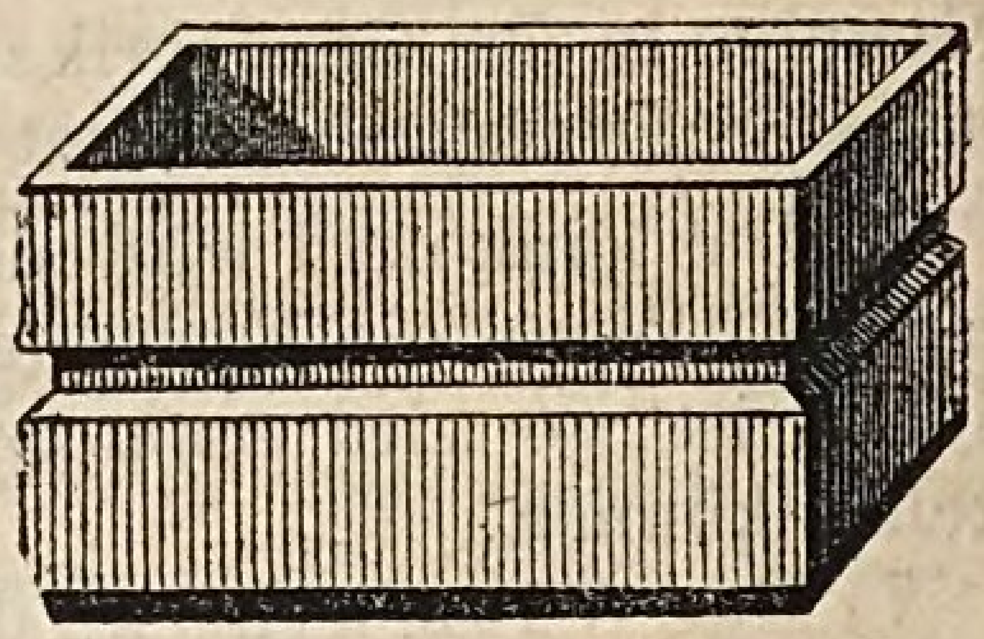


Fig. 13.



In der Fabrikation von gegossenen Spiegeln wendet man zum Läutern länglich viereckige Glashäfen (Glaswannen, Fig. 13) an, welche in der Mitte mit einem Falze zum Eingriffe der Wangen der Zangen versehen sind, mit welchen sie gefasst und gehoben werden.

Die Glasöfen, in denen die Glasmasse geschmolzen und in den verarbeitbaren Zustand versetzt wird, können nur mit dem feuerfestesten Thone hergestellt werden. Als Baumaterial wendet man ein Gemenge von weissem Thon mit einer gleichen Quantität gebrannten und gesiebten Thones derselben Gattung an. In dem Glasofen befinden sich 6, 8—10 Glashäfen oder Wannen, welche sämmtlich auf gleiche Temperatur gebracht werden müssen: daher sind die Schmelzöfen stehende Flammenöfen, in welchen der Schmelzraum oberhalb des Feuerraums liegt. Der Schmelzraum ist entweder viereckig oder länglich rund und überwölbt. Durch die Mitte der Sohle geht ein ziemlich breiter Kanal, dessen beide Enden an den schmalen Seiten des Ofens die Feuerung bilden. Es bleiben daher zu beiden Seiten dieser Grube, Pipe genannt, zwei schmale Streifen — die Bank von der Ofensohle übrig, worauf die Häfen mit der Glasmasse stehen. Die Häfen auf der Bank umschliesst der sogenannte Ring, ein Mauerwerk von der Höhe der Häfen, und auf diesem steht die Ofenkappe oder Kuppe, welche den Ofen von oben bedeckt. An dem untern Theile der Kappe, über dem Ringe, vor jedem Glashafen, befindet sich das Arbeitsloch, durch welches der Glasmacher die geläuterte Glasmasse aus dem Hafen nimmt. Unter dem Formsteine geht durch den Ring zu jedem Hafen ein sogenanntes Glutloch, durch welches der Hafen auf der Bank umgedreht und gesetzt werden kann. Diejenigen Schmelzöfen, in denen mit Steinkohlen gefeuert wird, sind mit einem Roste versehen. Seit ungefähr 10—15 Jahren wendet man die Siemens'schen Glasschmelzöfen mit Gasfeuerung und Regeneratoren vielfach als Glasöfen an.

Ist der Schmelzofen in Betrieb gesetzt und hat er die erforderliche Temperatur erreicht, so wird der Glassatz in die Glashäfen gegeben und eingeschmolzen. Das Eintragen der Schmelzpost geschieht auf 3—4 mal.

Sind alle Häfen voll, so bringt der Schürer den Ofen auf die grösste und gleichmässigste Temperatur (Heissschüren). Ist die Glasmasse im Schmelzen, so verbindet sich die Kieselerde mit dem Kali, Natron, Kalke, der Thonerde, dem Bleioxyde etc. zu Glase; diejenigen Substanzen, die nicht in die Glasmasse eintreten können, scheiden sich auf der Oberfläche der schmelzenden Masse als Glasgalle aus, welche mit Hülfe eines eisernen Löffels entfernt wird.

Ist der Satz vollkommen geschmolzen, so schreitet man zum Läutern, d. h. man unterhält noch eine Zeit lang eine solche Temperatur, dass das Glas in dem dünnflüssigen Zustande beharrt. Während dieser Periode setzen sich ungelöste Körper und Klümpchen in dem Hafen zu Boden, die Luftblasen in der Masse verschwinden und es scheidet oder verflüchtigt sich mit der noch vorhandenen Glasgalle das im Ueberschuss angewendete Flussmittel, wodurch das Glas an Härte und Dauerhaftigkeit gewinnt.

Nach beendigtem Läutern folgt das Kaltschüren, d. h. ein Ablassen der Ofentemperatur, bis das Glas denjenigen Grad der Zähflüssigkeit erlangt hat, welcher zum Blasen, überhaupt zur Verarbeitung der Masse erforderlich ist. Auf der Temperatur des Kaltschürens muss der Ofen so lange erhalten werden, als das Verarbeiten des Glases dauert. Um eine kleine Fläche auf dem geschmolzenen Glase zu begränzen, die leicht frei von allen Unreinigkeiten zu erhalten ist und von dem Glasbläser zum Eintauchen der Pfeife benutzt wird, lässt man zuweilen Thonringe aus Hafenmasse auf dem geschmolzenen Glase schwimmen.

Man theilt das Glas nach seiner Zusammensetzung und nach seiner Fabrikation und Bestimmung in folgender Weise ein:

1) Bleifreies Glas: a) Tafelglas,
b) Hohlglas;
2) Bleihaltiges Glas: a) Krystallglas,
b) Optisches Glas,
c) Email und Strass.

Ausserdem kommen noch vor: buntes Glas, gepresstes und geschliffenes Glas, gemaltes Glas und Wasserglas.

Das Tafelglas, mit diesem Namen bezeichnet, weil es in Form von kleineren oder grösseren Glastafeln, besonders für Fensterscheiben dargestellt wird, ist entweder ordinäres Bouteillenglas der Zusammensetzung nach, oder feineres Glas mit weisser Farbe. Letzteres verwendet man nur für grössere oder dickere Scheiben, ersteres für das gewöhnliche dünne Fensterglas, wobei es weniger auf weisse Farbe ankommt. Für das ordinäre Fensterglas ist bei der Herstellung des Satzes Wohlfeilheit ein wesentlicher Punkt. Man verwendet deshalb rohe, nicht gereinigte Materialien wie rohe Potasche und rohe Soda, Holzasche, Pfannenstein der Salinen, Glaubersalz und gewöhnlichen Sand und Glasbrocken nach Vorrath.

Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass auf den meisten Glashütten man das Fenster- oder Tafelglas heutzutage durch Zusammenschmelzen von 100 Th. Sand, 30—40 Th. calcinirter, gereinigter Soda und 30—40 Th.

kohlensaurem Kalk darstellt. Anstatt der Soda bedient man sich auch einer äquivalenten Menge von Glaubersalz und setzt in diesem Falle die erforderliche Menge Kohlenpulver hinzu.

Das hauptsächlichste Werkzeug, dessen sich der Glasmacher zur Herstellung des Tafel- und Hohlglases bedient, ist die Pfeife oder das Blasrohr, eine 1—1,6 Meter lange Röhre von Schmiedeeisen, etwa 3 Centimeter dick und inwendig 0,6—1,0 Centimeter weit. Das Mundstück muss sehr glatt gefeilt sein, damit es mit Leichtigkeit zwischen den Lippen umgedreht werden kann. Ein aufgeschobener hölzerner Griff von 0,3—0,5 Meter Länge schützt den Arbeiter.

Die Umwandlung der geläuterten Glasmasse zu Tafelglas geschieht auf zweierlei Weise, entweder durch die Mondglas- oder durch die Walzenglasmacherei. Das Mondglas ist die älteste Sorte des Fensterglases und hat seinen deutschen Namen von der Form der Stücke, in welcher es in dem Handel sich findet. Das Produkt der Mondglasmacherei ist nämlich eine grosse Scheibe, deren Dicke von der Peripherie zum Centrum in der Weise zunimmt, dass im Mittelpunkte und in der unmittelbaren Umgebung derselben in einer Breite von 18 Centim. ein Knopf oder Nabel (das sogenannte Ochsenauge) sich befindet, der zu Fensterscheiben sich eignet. Es werden daher um den Knopf herum Segmente abgeschnitten, welche kleiner sind als die halbe Scheibe und dem halben Mond ähnlich sehen. Die Darstellung des Mondglases geschieht auf folgende Weise: Der Arbeiter nimmt die Pfeife, fährt damit in den Glashafen, dreht die Pfeife beständig um, bis sich rund um den Knopf Glasmasse angelegt hat und zieht die Pfeife aus dem Ofen. Er hält die Pfeife horizontal und wälzt die an derselben hängende kugelförmige Glasmasse hin und her, bis sie eine fast cylindrische Gestalt angenommen hat. Zugleich bläst er etwas in das Rohr, sodass eine kleine Höhlung vor dem Pfeifenkopfe entsteht, welche hauptsächlich das Verstopfen der Pfeifenmündung verhindern soll. Darauf taucht der Anfänger die Pfeife abermals in den Glashafen, wälzt sie nach dem Herausnehmen wieder und taucht sie ein drittes, viertes und fünftes Mal ein. Das Gewicht der Glasmasse an der Pfeife beträgt 10—14 Pfund. Der Arbeiter giebt nun durch Blasen, Schwingen und wiederholtes Auswärmen der Masse die Gestalt eines Sphäroides. Nachdem dasselbe etwas abgekühlt, schiebt er die Kugel in den Ofen, und dreht die Pfeife sammt der Kugel mit grosser Schnelligkeit. Durch die Wirkung der Axifugalkraft verliert sich die Kugelgestalt und die dem Feuer zugekehrte Seite wird abgeplattet, während der Umfang der Kugel beträchtlich zunimmt. Jetzt zieht der Arbeiter die Pfeife aus dem Auslaufofen, legt sie horizontal und heftet in der Mitte der entstandenen ebenen Fläche ein in weiches Glas eingetauchtes Hefteisen an, während zugleich der Hals der Blase mit Hülfe eines Tropfens kalten Wassers von der Pfeife abgesprengt wird. Die so geöffnete Blase, welche mit ihrer abgeplatteten Seite an dem Hefteisen festsitzt, wird nun vor die grosse Oeffnung des Auslaufofens gebracht und in schnelle Drehung versetzt. Das erweichte Glas entfernt sich nun durch das Drehen von dem Drehungsmittelpunkte, das Maul erweitert sich, bis es endlich mit dem schon ebenen Boden in eine ebene Fläche kommt und eine flache Scheibe von etwa 1,2 bis 2 Meter Durchmesser bildet. Das Umdrehen der Scheibe muss bis zum Erstarren fortgesetzt werden etc.

Das Walzenglas entsteht durch Aufsprengen oder Aufschneiden

eines gläsernen Cylinders oder einer Walze und Strecken der geöffneten Walze zu einer ebenen Fläche, zu einer Glastafel. Von dieser ursprünglichen Gestalt des Glases hat es den Namen Walzenglas erhalten. Da aber die gestreckten Walzen Tafeln bilden, so nennt man es auch Tafelglas. Die Herstellung der Walzen gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Glasfabrikation. Die Verfertigung des Walzenglases selbst zerfällt in zwei Hauptoperationen, nämlich 1) in das Blasen der Walzen oder Cylinder, 2) in das Strecken derselben. Nachdem die Glasmasse in dem Hafen geläutert ist und die zum Verarbeiten erforderliche Zähflüssigkeit erlangt hat, erwärmt der Arbeiter den Kopf seiner Pfeife, nimmt damit etwas Glasmasse auf und dreht die horizontal liegende Pfeife, bis das Glas nicht mehr flüssig genug ist, um von der Pfeife abzufliessen. Während dieser Zeit wird auch ein Wenig in das Rohr geblasen, damit eine kleine Höhlung entsteht und die Mündung des Rohres sich nicht verstopfe. Darauf nimmt der Arbeiter zum zweiten Male Glasmasse auf und lässt das Glas etwas erkalten, dann wird zum dritten, vierten u. s. w. Male Glas aufgenommen, bis die zur Herstellung einer Walze erforderliche Menge Glasmasse an der Pfeife sich befindet.

Nun kommt es darauf an, die kleine Höhlung vor der Mündung der Pfeife dergestalt zu erweitern, dass der an der Pfeife sitzende Theil der Glasmasse die Form eines Flaschenhalses annehme, dessen unterer Theil, an welchem noch die übrige Glasmasse sitzt, die Weite der Walze erhält. Sobald das Glas etwas erstarrt ist, bringt der Arbeiter die Pfeife mit der Glasmasse in das Arbeitsloch und dreht sie beständig um. Sobald das Glas gehörig erwärmt ist, entfernt der Arbeiter die Pfeife aus dem Arbeitsloch, bringt sie schnell in eine vertikale Lage und bläst und schwingt nun die Masse pendelartig hin und her. So entsteht ein hohler Cylinder, der oben einen Hals hat und unten durch eine Halbkugel geschlossen ist. Es ist jetzt nöthig, den Cylinder zu öffnen. Zu diesem Zwecke bläst der Arbeiter stark in die Pfeife, verschliesst das Mundstück derselben mit dem Daumen, sodass die eingeblasene Luft nicht entweichen kann, bringt den vordern Theil des Cylinders in den Ofen. Die eingeschlossene Luft dehnt sich aus und treibt das vordere Ende des Cylinders zu einer dünnen Blase auf, welche endlich mit einem kleinen Knalle platzt, während die aufgeplatzten Ränder sogleich verschmelzen. Indem der Arbeiter die horizontal liegende Pfeife schnell dreht, erweitert sich die Oeffnung in Folge der Axifugalkraft bis zu Cylinderweite.

Um die Walze in einen Cylinder überzuführen, wird vor Allem der Hals abgesprengt. Das Oeffnen oder Aufsprengen der Walze geschieht mit Hülfe des Aufsprengeisens, mit dessen scharfer Kante der Arbeiter auf der innern Seite des Cylinders in einer geraden Linie, von einem Ende bis zum andern, einige Male hin und her fährt, wodurch sich das Glas auf der ganzen Länge der Linie erhitzt. Wird das Ende dieser Linie mit einem spitzen Stein geritzt und dann benetzt, so springt der Cylinder, dieser Linie folgend von einem Ende bis zum andern auf. Nachdem eine grosse Anzahl geöffneter Cylinder fertig geworden, nimmt man das Strecken derselben in dem Streck- oder Plattofen, der mit einem Kühlofen in unmittelbarer Verbindung steht, vor.

Der Arbeiter legt eine Walze auf die Streckplatte, nimmt das Plättholz und fährt damit über das Glas einige Mal auf und nieder, bis die

Walze in eine Glastafel verwandelt ist. Die Glastafel wird durch Bügeln mit dem Polirholz vollends geebnet. Der Arbeiter schiebt nun die Tafel auf der Fortsetzung des Strecksteines in den Kühlofen, wo sie bis zum Erstarren liegen bleibt.

Das Spiegelglas wird entweder geblasen oder gegossen. Die Fabrikation des geblasenen Spiegelglases hat grosse Aehnlichkeit mit der Verfertigung des Tafelglases. Die Materialien sind zum grössten Theile dieselben, welche zum feinen weissen Glase angewendet werden; nur müssen sie von besonders reiner Beschaffenheit sein und bedürfen daher einer sorgfältigeren Vorbereitung und Reinigung. Das Blasen des Spiegelglases wird mit denselben Werkzeugen ausgeführt, wie das Blasen des Tafelglases. Die erhaltenen Glaswalzen werden endlich auch aufgesprengt, im Streckofen gestreckt und im Kühlofen abgekühlt. Die Umwandelung der Glastafeln in Spiegel durch die Belegung geschieht genau so wie bei den gegossenen Spiegeln. Die zu gegossenen Spiegeln angewendete Glassorte ist ein aus den reinsten Materialien dargestelltes bleifreies Natron-Kalkglas. Es besteht aus 76 Th. Kieselerde, 16 Th. Natron, 7 Th. Kalk und 1 Th. Thonerde und Eisenoxyd.

Nachdem die Schmelzung und Läuterung vorüber ist, so wird die Wanne mittelst Krahnvorrichtungen aus dem Ofen gehoben und schwebend nach dem Giesstische befördert. Die Form, auf welcher die Glastafeln gegossen werden, ist eine massive Metallplatte. In den französischen Spiegelgiessereien sind die Platten aus einem Stücke von Kupfer oder Bronze, völlig eben und polirt. In England ist die Giessplatte von Gusseisen. Die Dicke des Spiegels wird durch kupferne Leisten oder Stäbe bestimmt, welche so lang als die Tafel sind. Diese Leisten werden unmittelbar vor dem Giessen auf die Tafel gelegt und weiter oder enger gestellt, je nachdem ein grösserer oder kleinerer Spiegel gegossen werden soll. Die zur Ausbreitung der Glasmasse auf der Platte dienende Walze ist von Bronze oder Gusseisen, hohl oder massiv, genau abgedreht und hat ein Gewicht von 5—6 Centner. Die gegossene Tafel wird in dem Kühlofen gehörig abgekühlt und dann in dem Beschneidezimmer von den unregelmässigen Rändern befreit.

Die beschnittenen Glastafeln sind zwar auf der unteren Seite, welche die Glasplatte berührt hatte, ziemlich eben und glatt, die obere mit der Walze behandelte Seite zeigt dagegen immer Wellen, weshalb die Tafeln an beiden Seiten geschliffen und polirt werden müssen. Zum Schleifen (Rauhschleifen) kittet man die untere Glastafel (das Bodenglas) in Gyps auf eine hölzerne oder steinerne Platte; die andere kleinere (das Oberglas) aber kittet man an einen mit Gewichten beschwerten Kasten. Letztere wird so auf erstere gelegt, dass die Flächen der Glasplatten sich berühren; man streut etwas geschlämmten Sand zwischen beide Flächen, tröpfelt Wasser auf und lässt die obere sich schleifend über der unteren in allen Richtungen durch Maschinenkraft hin- und herbewegen. Wenn der Schliff bis auf die

tiefsten Stellen angegriffen hat und folglich die Oberfläche wenigstens im Rauhen zur Ebene geworden ist, muss die Glastafel zur Bearbeitung der zweiten Fläche umgedreht werden. Der Zweck des Doucirens, der Oberfläche diejenige höchste Feinheit des Korns zu geben, ohne welche die Politur unmöglich wäre, erfordert so sorgfältige Verwendung der Kraft, dass man diese Operation zweckmässig durch Handarbeit ausführen lässt. Zum Poliren werden sowol die Spiegeltafeln als auch die Reibapparate bewegt und zwar in Richtungen, die aufeinander senkrecht sind. Man polirt mit Colcothar (englisch Roth) und etwas Wasser. Durch das Schleifen büssen die Glastafeln durchschnittlich die Hälfte ihrer Dicke, folglich auch die Hälfte ihres Gewichtes ein. Nach dem Poliren werden diejenigen Glastafeln, die zu Spiegeln bestimmt sind, mit Beleg, d. h. mit einem Zinnamalgam versehen, damit die Lichtstrahlen, welche zwar schon von der vorderen glatten Fläche des Glases zum Theil zurückgeworfen werden, eine möglichst vollständige Reflexion erleiden. In neuerer Zeit hat man mit leidlichem Erfolg versucht, anstatt der Belegung der Spiegel mit Zinnamalgam eine Versilberung der Glastafeln oder ein Ueberziehen derselben mit Platin anzuwenden.

Wenn irgendwo, so zeigen sich beim Spiegelglase die enormen Fortschritte der Glasfabrikation seit 10 bis 20 Jahren. Das Spiegelglas ist billiger und dadurch einer allgemeineren Anwendung fähig geworden. Während noch vor einer kurzen Reihe von Jahren das Spiegelglas als ein Luxusartikel betrachtet wurde, wird dasselbe heute als Rohglas vielfach verwendet zu Verglasungen von Werkstätten, Fabrikgebäuden, Magazinen, Treibhäusern, für Bedachungen von Stiegenhäusern, Passagen und Bahnhöfen, überhaupt aller Localitäten, bei denen eine seitliche Beleuchtung nicht statthaft ist. Im polirten, aber unbelegten Zustande ist sein Verbrauch für Schaufenster ein ganz erstaunlicher geworden, aber auch für gewöhnliche Fenster nimmt sein Verbrauch zu, seitdem seine Vorzüge in Hinsicht auf Lichteffect, auf Eleganz, auf Erleichterung der Heizung trotz des ungleich höheren Preises vor dem gewöhnlichen geblasenen Fensterglase sich geltend gemacht haben. Voraussichtlich wird in einiger Zeit das Spiegelglas in den Wohnungen der wohlhabenderen Stände an die Stelle des gewöhnlichen Fensterglases getreten sein. Allgemein anerkannt ist es, dass das belegte Spiegelglas die schönste, relativ preiswürdigste Zimmerdecoration bildet. Eine wichtige Rolle in dem allgemeinen Gebrauch der Spiegelglasplatten, welche deren Fabrikation und Anwendung mächtig Vorschub leistet, spielen die in neuester Zeit aufgekommenen Gesellschaften, welche die Spiegelscheiben während des Gebrauches für eine unbedeutende Summe gegen Bruch sichern. Ein in Deutschland nachahmungswerther Umstand ist ferner die in Frankreich und England sich immer mehr und mehr einbürgernde Sitte, die grossen Wandspiegel zu den Immobilien eines Bauunternehmens zu rechnen, für welche dem Hauseigenthümer von dem Miether eine entsprechende Vergütung gezahlt wird. Die Verwendung der 3 bis 5 Centimeter dicken Rohglasplatten für Flur- und Trottoirbelege behufs Beleuchtung unterirdischer Räume, für Aquarien, zu Färbereien, für Gährgefässe der Brennereien und Brauereien verbreitet sich immer mehr.

Die Hohlglasfabrikation beschäftigt sich mit der Fabrikation aller Arten hohler Gefässe zum Aufbewahren von Flüssigkeiten. Sie verarbeitet entweder gemeines grünes Glas (Buttelglas),

das von hellerer oder dunklerer Farbe und mehr oder weniger rein ist, oder feines weisses Glas oder endlich Krystallglas. Aus gemeinem grünen Glase werden ausser Medicingläsern, Retorten und Kolben auch Bouteillen dargestellt. Da jedoch die Bouteillen zu den gesuchtesten Gegenständen gehören, da sich ferner hierzu eine dunkle in dickeren Schichten fast undurchsichtige Glasart eignet, so wird die Bouteillenfabrikation häufig ganz allein und besonders betrieben. Die Verarbeitung von feinem weissen Glas liefert alle Arten von Trinkgläsern, Wasserflaschen, so wie Teller, Schalen, Vasen, Kronleuchtern u. s. w. Aus Krystallglas werden dieselben Gegenstände wie aus dem weissen Glas hergestellt, nur in einem höhern Grade der Vollkommenheit.

Der Glassatz für ordinäres Bouteillenglas besteht aus Sand, Potasche oder Soda, Seifensiederasche, Holzasche, Glaubersalz, Kochsalz, dem Rückstand aus Leuchtgasfabriken, Kalk, Lehm, Schlacken, Basalt und andern feldspathhaltigen Mineralien. Zu Medicinglas nimmt man die eisenfreieren Materialien, die noch reineren zum weissen Hohlglase. Wenn nun auch für die Herstellung des Bouteillenglases keine so sorgfältige Auswahl der Materialien wie bei den feineren Glassorten erforderlich ist, so müssen diese doch wegen des nöthigen Widerstandes gegen den Druck bei moussirenden Flüssigkeiten und gegen den Angriff von Säuren passend ausgewählt, sehr gut geschmolzen, das Glas selbst mit Aufmerksamkeit verarbeitet und abgekühlt werden.

Die Einzelnheiten der Herstellung der verschiedenen Hohlglasgegenstände sind, nach der Verschiedenheit der Formen, die aus dem zähflüssigen Glase verfertigt werden sollen, höchst mannichfaltig und können hier nur in einem Beispiele angegeben werden. Das Verfertigen der grünen Bouteillen geschieht auf folgende Weise: Sobald die hinreichende Menge von Glas von der Pfeife aufgenommen worden ist, kommt die Pfeife mit dem Glase in das Arbeitsloch zum Anwärmen, wobei dieselbe bald links, bald rechts gewendet wird, damit das Glas sich nicht auf die Seite neige; sobald es heiss genug ist, bringt der Fertigmacher die Pfeife in eine senkrechte Lage und bläst unter pendelartigem Schwingen Luft ein, wodurch der Bauch der ursprünglich birnförmigen Masse erweitert wird. Darauf wird die Glasmasse in die hölzerne Flaschenform eingesenkt und kräftig geblasen; so wie das Glas durch das Blasen die Form immer mehr ausfüllt, zieht der Arbeiter auch die Pfeife mehr an sich, damit der Bouteillenhals seine Gestalt behält und sich allmälig in den Bauch der Flasche verliert. Darauf wird die Flasche der Form entnommen, die Pfeife wird einigemal hin- und hergeschwenkt, damit der noch etwas flüssige Hals sich mehr in die Länge ziehe und die erforderliche Gestalt bekomme. Um dem Boden und der Mündung die gebräuchliche Form zu geben, wird abermals angewärmt, so dass nur der Boden glühend wird; während dieser Zeit erwärmt ein Gehülfe ein Eisen (das Nabeleisen), an dessen Spitze etwas Glasmasse befestigt ist. Unter gewissen Handgriffen drückt der Gehülfe sein Eisen auf den Mittelpunkt des Bodens gleichmässig einwärts. Darauf wird die Pfeife von dem Halse abgesprengt, das abgesprengte Ende ins Feuer gebracht und mit dem

Abstreichblech der Rand der Flasche umgelegt. Um den Hals herum wird etwas Glasmasse befestigt. Während der Bläser eine neue Flasche beginnt, bringt der Gehülfe die fertige Flasche in den Kühlofen und trennt durch einen kurzen Schlag das Nabeleisen von der Flasche.

Mit dem Namen gepresstes oder gegossenes Glas bezeichnet man alle in Formen gefertigte verzierte Glasgegenstände, wenn man auch das Blasen dabei zu Hülfe nehmen musste. Die messingenen und gravirten Formen bestehen aus zwei oder mehreren Theilen. Glasgegenstände mit enger Mündung und tiefer Höhlung werden ganz so wie das gewöhnliche Hohlglas in diesen Formen aufgeblasen. Schalenförmige Gegenstände werden gepresst, indem man die zähflüssige Glasmasse in die untere Hälfte der Form bringt und durch die obere Hälfte kräftig aufpresst, wobei die überflüssige Glasmasse durch besondere Oeffnungeu oder an den Seiten herausgepresst wird. Auf ähnliche Art stellt man massives gepresstes Glas wie Messerbänkchen u. s. w. dar. Die durch Pressen hervorgebrachten Verzierungen sind häufig kunstvoller als die geschliffenen und weit billiger herzustellen; es mangelt ihnen aber die Schärfe der Ecken und Kanten, so wie die der geschliffenen Waare eigenthümliche spiegelnde Oberfläche. Man sucht in neuerer Zeit diese Fehler dadurch zu vermeiden, dass man anstatt der rautenförmig gravirten Formen, die den sogenannten Brillantschliff imitiren sollten, Formen benutzt, welche den geschälten Schliff nachahmen, wodurch die Gläser gestreifte und glatte Flächen erhalten. In der Regel kommt das Glas schon aus der Form mit glänzender Oberfläche, die, wenn nöthig, durch geringe Nachhülfe durch Schleifen oder Poliren ihre höchste Vollkommenheit erlangt.

Unter Wasserglas versteht man ein in Wasser lösliches Alkalisilicat, welches man auf trockenem Wege (durch Zusammenschmelzen) sowie auf nassem Wege darstellen kann. Man unterscheidet Kali- und Natronwasserglas.

Das Kaliwasserglas wird bereitet durch Zusammenschmelzen von Quarzpulver oder reinem Quarzsand 45 Th., Potasche 30 Th., Holzkohlenpulver 3 Th., und Lösen der geschmolzenen und gepulverten Masse durch Kochen in Wasser. Das Natronwasserglas wird entweder aus Quarzpulver 45 Th., calcinirte Soda 23 Th., Kohle 3 Th., oder am wohlfeilsten aus Quarzpulver 100 Th., calcinirtem Glaubersalz 60 Th., Kohle 15—20 Th. dargestellt. Man stellt auch das Natronwasserglas durch Auflösen von Feuersteinpulver in concentrirter Natronlauge in eisernen Kesseln unter einem Drucke von 7—8 Atmosphären dar. Besonders vortheilhaft lässt sich anstatt des Feuersteins die aus Kieselpanzern bestehende Infusorienerde (Kieselguhr, Tripel) anwenden.

Das Wasserglas hat in der Industrie vielfache und wichtige Anwendungen gefunden. Seine erste Benutzung fand es als Schutzmittel gegen das Feuer, indem es als Ueberzug für Gegenstände aus Holz, Leinwand, Papier, dieselben vor dem Verbrennen schützt. Holz, welches dem freien Einflusse der Witterung ausgesetzt ist oder sich in feuchten Orten bei Mangel an Luftwechsel befindet, wird durch einen Wasserglasanstrich conservirt und gegen Schwamm und Wurmfrass gesichert. Eine der wichtigsten Eigenschaften des Wasserglases ist die zu binden und zu kleben; es dient daher,

lockeren Massen Dichtigkeit und stärkeren Zusammenhang zu geben, getrennte Theile von Körpern zu vereinigen u. s. w., in welcher Beziehung es noch nicht die vielseitige Anwendung gefunden hat, deren es fähig ist. Es lässt sich in dieser Hinsicht mit dem Leim vergleichen und man könnte es einen mineralischen Leim nennen. Kreide giebt mit Wasserglaslösung eine sehr compacte Masse, welche beim Austrocknen fast Marmorhärte erhält. Eine wichtige Anwendung des Wasserglases ist die zum Anstrich von Steinen und Mörtelwänden, sowie zur Herstellung von künstlichen Steinen und zur Fabrikation von hydraulischem Kalk. Als Kitt für Steine, Glas und Porcellan ist das Wasserglas ebenfalls beachtenswerth. Eine der interessantesten Anwendungen des Wasserglases ist ferner die für eine neue Art von Wand- oder Monumentalmalerei, welche Stereochromie genannt worden ist. Bei dieser Malart, die von v. Kaulbach eingeführt und ausgebildet wurde, bildet das Wasserglas das Bindemittel der Farben und ihrer Grundlagen.

Die Stereochromie ist eine im Principe durchaus neue Malart, insofern bei ihr ein von den bei allen Malarten gebräuchlichen verschiedenes Bindemittel angewendet wird; ihre Auszeichnung, abgesehen von der artistischen Vollkommenheit, beruht in dem Malgrunde, wodurch sie fähig ist, unter jedem Himmelsstriche auszuhalten und vielen sonst schädlichen Einflüssen — Rauch, sauren Dämpfen, dem grellsten Wechsel der Temperatur, Hagel etc. — zu widerstehen, welche den Fresken verderblich sein würden. Das Wasserglas als Bindemittel, wodurch nicht nur der Malgrund befestigt, sondern mit diesem zugleich die Farben gleichsam verschmolzen und verkieselt werden, macht das Wesen dieser Malart aus, wodurch sie der Frescomalerei bedeutend überlegen ist, deren Grund aus gewöhnlichem Kalkmörtel besteht.

Unter Krystallglas (Krystall) versteht man gegenwärtig allgemein bleihaltiges Kaliglas, welches im Durchschnitt in 100 Theilen aus 57 Th. Kieselerde, 36 Th. Bleioxyd und 7 Th. Kali besteht.

Als Glassatz für Krystallglas sei folgende Mischung angeführt. Bei Steinkohlenfeuerung in bedeckten Häfen:

Sand	300
Potasche	100
Glasbrocken	300
Mennige	200
Braunstein	0,45
arsenige Säure ...	0,60

Um das Glas flüssiger zu machen, wird etwas Salpeter zugesetzt, aber nicht in zu grosser Menge, weil sonst die Schmelzhäfen leiden. Nach der Schmelzung wird abgeschäumt und sogleich zur Verarbeitung des Glases geschritten. Das Krystallglas wird auf dieselbe Weise wie das gewöhnliche Glas verarbeitet, kann aber leichter gehandhabt werden als letzteres, weil es leichtflüssiger ist und nicht so leicht entglast, weshalb es häufiger als das gewöhnliche Glas im Feuer angewärmt werden kann. Die Krystallglasgegenstände werden, so wie sie aus der Hand des Arbeiters kommen, sogleich in den Kühlofen gebracht und wegen der Dicke des Glases sehr allmälig gekühlt.

Das Krystallglas wird entweder in Messingformen gepresst oder geschliffen. Seiner geringen Härte wegen eignet es sich zum Schleifen

besser als jedes andere Glas. Die Arten der Schliffe sind äusserst mannichfaltig. Der bekannteste ist der Brillantschliff, ferner der gemuschelte Schliff, der Schliff mit scharfer Kante, mit Walzen, der fischschuppenartige, der geschälte (mit concaven Einschnitten), der matte Schliff, der Silberschliff u. s. w.

Optisches Glas. Die Herstellung guter optischer Gläser, besonders in grössern Dimensionen, ist so schwierig, dass selbst durch die unermüdlichsten und andauerndsten Arbeiten es doch nicht gelungen ist, sie immer in der Weise herzustellen, wie sie der Optiker, der Mikroskopiker, der Astronom, der Photograph u. s. w. bedarf. Durchsichtigkeit, Härte, ein grosser Grad von lichtbrechender und farbenzerstreuender Kraft, Eigenschaften, welche überhaupt das Glas zu optischem Gebrauche so schätzbar machen, sind dem Glase ohne Mühe zu geben; allein die zu allen seinen Anwendungen so wesentliche Bedingung einer vollkommen homogenen Beschaffenheit ist nicht so leicht zu erfüllen. Die einzelnen Theile des Glases, mögen sie noch so tadelfrei sein, wirken ohne homogene Beschaffenheit nicht gleichförmig; die Lichtstrahlen werden von der Richtung, die sie nehmen sollen, abgelenkt und das Glasstück wird dadurch unbrauchbar. Man unterscheidet bleihaltiges (Flintglas) und bleifreies optisches Glas (Kron- oder Crownglas).

Das Flintglas besteht zum Drittel seines Gewichts aus Bleioxyd, wodurch es nicht nur so hohes spec. Gewicht, sondern auch dasjenige Verhältniss von Lichtbrechungs- und Zerstreuungsvermögen erhält, wodurch es mit dem Kronglase combinirt, die so wichtige achromatische Combination bildet. Man hat neuerdings auf die Anwendbarkeit des Thalliumflintglases zur Herstellung gewisser optischer Gläser aufmerksam gemacht. In diesem Glase ist nicht das Bleioxyd, sondern das Kali durch Thallium ersetzt. Bontemps verfährt bei der Anfertigung von Flintglas auf folgende Weise: Ein Glassatz, bestehend aus

200 Kilogr. weissem Sand,
200 „ Mennige,
60 „ calcinirter Soda,

wird bei Steinkohlenfeuerung in einem kleinen Schmelzofen geschmolzen. Nach dem Abkühlen werden von der Glasmasse zwei gegenüberstehende Flächen angeschliffen und polirt, um im Innern der Masse die fehlerfreien und gleichförmigen Stücke zu erkennen und herauszuschneiden. Diese Glasstücke werden dadurch zu Scheiben, aus welchen die optischen Linsen geschliffen werden, umgeformt, dass sie, nachdem man die scharfen Kanten und Ecken davon abgeschlagen hat, unter einer Muffel, auf einer mit feinem Sand bestreuten Schale oder auf einen irdenen Teller mit hohem Rande, bis zum gleichförmigem Erweichen erhitzt werden und sich in jener Form scheibenähnlich ausbreiten. Die zweite Art des optischen Glases, das bleifreie Kronglas (Crownglas) besteht aus 120 Th. Sand, 35 Th. Potasche, 20 Th. Soda, 15 Th. Kreide und 1 Th. arseniger Säure. Bei Linsen

aus Flintglas ist das Lichtbrechungsvermögen am grössten, leider aber auch die Farbenzerstreuung am bedeutendsten, sodass die damit hervorgebrachten Bilder stets einen farbigen Rand besitzen, was jede genaue Beobachtung hindert. Bei bleifreien Gläsern (Kronglas) ist das Brechungsvermögen, aber auch die Farbenzerstreuung weit geringer. Combinirt man daher eine convexe Linse von Flintglas mit einer concaven von Kronglas, so erhält man unter allen Umständen ein farbloses Bild, da die Farbenzerstreuung des Flintglases compensirt worden ist. Eine solche Combination zweier Linsen heisst eine achromatischs Linse.

Die Nachahmung von Edelsteinen (die Fabrikation künstlicher Edelsteine oder Amausen) ist ein interessanter Zweig der Glasfabrikation. Gegenwärtig hat man es so weit gebracht, dass man alle Edelsteine, mit Ausnahme des edlen Opals, nachzuahmen im Stande ist. Man nennt die zur Fabrikation der künstlichen Edelsteine dienende Masse Strass oder Mainzer Fluss und die Edelsteine selbst *Pierres de Strass*, die man in Frankreich so ausgezeichnet darstellt, dass sie das Auge selbst des Kenners zu täuschen im Stande sind und man zur Feile und Wage greifen muss — sie sind weniger hart, aber weit schwerer als die ächten Steine — um sich zu überzeugen, ob man es mit einem Mineral oder mit einem Kunstprodukt zu thun hat.

Die Basis aller dieser Edelsteine ist ein farbloser Strass, welcher aus einem Boro-Silicat des Kalis, Natrons und Bleioxydes besteht und mehr Bleioxyd enthält als das Flintglas. Durch Färben des Strass will man die in der Natur vorkommenden Edelsteine nachahmen. Hauptbedingung ist dabei die grösstmöglichste Aehnlichkeit mit den natürlichen Edelsteinen. Topas wird erhalten aus weissem Strass 1000, Antimon 40, Goldpurpur 1. Auch mit Eisenoxyd lässt sich Topas erhalten. Smaragd ist am leichtesten darzustellen. Folgende Mischung ist zur Nachahmung des Smaragds sehr geeignet: Strass 1000, Kupferoxyd 8, Chromoxyd 0,2. Saphir wird erhalten aus Strass 1000, reinem Kobaltoxyd 15. Amethist wird mit folgender Mischung dargestellt: Strass 1000, Mangansuperoxyd 8, Kobaltoxyd 5, Goldpurpur 0,2. Aquamarin oder Beryll aus Strass 1000, Antimonglas 7, Kobaltoxyd 0,4. Karfunkel oder syrischer Granat aus Strass 1000, Antimonglas 500, Goldpurpur 4, Mangansuperoxyd 4. Es ist leicht einzusehen, dass die Herstellung von künstlichen Edelsteinen, was die zum Färben angewendeten Metalloxyde betrifft, noch keineswegs ihre Vollendung erreicht hat. Wenn man anstatt oder neben dem Bleioxyde Wismuthoxyd, Zinkoxyd, kohlensauren Baryt und kohlensauren Strontian neben den kieselsauren und borsauren Salzen auch phosphorsaure und Fluormetalle anwenden würde, so liessen sich ohne Zweifel mannichfache brauchbare und werthvolle Gläser herstellen. Ganz dasselbe lässt sich auch auf die färbenden Metalloxyde beziehen.

Die gefärbten Gläser theilt man ein in solche, die durch ihre ganze Masse hindurch gefärbt sind und solche, bei denen ein

ungefärbtes Glas mit einer Schicht des gefärbten Glases überzogen ist. Letzteres Glas heisst Ueberfangglas. Die letztere Methode der Darstellung von gefärbten Gläsern wendet man bei solchen Metalloxyden an, welche wie das Kupferoxydul, Kobaltoxydul, Goldoxyd, zum Theil auch das Manganoxyd die Glasmasse so intensiv färben, dass dieselbe schon bei geringer Dicke fast undurchsichtig erscheint. Indem die dünne Schicht des gefärbten Glases stellenweise hinweggeschliffen wird, erhält man eine jetzt sehr beliebte Verzierung geschliffener Glaswaaren.

Rothe farbige Gläser erzeugt man durch Goldpurpur, durch Kupferoxydul und durch Eisenoxyd. Vermittelst Goldpurpur wird das Gold- oder echte Rubinglas erzeugt. Durch Zusatz von Silber und Antimonpräparaten lassen sich fast alle Nüancen des Rothen vom Rosa bis zum Purpurroth hervorbringen. Man war lange Zeit hindurch der Meinung, dass das Rubinglas durch kein anderes Goldpräparat als durch Goldpurpur erzeugt werden könne. Fuss hat jedoch vor etwa dreissig Jahren gezeigt, dass man ein ebenso gutes Rubinglas erhalte, wenn man das Glas oder vielmehr den dazu angewendeten Satz mit einer Lösung von Goldchlorid befeuchte. Wenn das durch Zusammenschmelzen vorstehenden Satzes erhaltene Goldglas rasch erkaltet, so ist es, ebenso wie das Kupferoxydulglas, farblos. Wird es darauf gelinde erwärmt, jedoch nicht bis zum Erweichen, so entwickelt sich plötzlich die prachtvolle Rubinfarbe. Man nennt diesen Vorgang das Anlaufen des Glases; es findet eben so gut im Sauerstoffgas, als im Wasserstoff- und Kohlensäuregas statt. Nach den Untersuchungen W. Müller's (1871) ist es experimentell nicht festzustellen, in welchem Zustande sich das Gold in dem Rubinglase befindet. Das zur Herstellung des Kupferoxydulgases dienende Kupferoxydul wird durch Glühen von Kupferabschnitzeln dargestellt oder es wird dazu der Kupferhammerschlag benutzt, welcher zum grossen Theil aus dieser Oxydationsstufe besteht. Als Basis benutzt man bleihaltiges Glas, zu welchem man etwa 3 Proc. Kupferoxydul setzt. Da letzteres grosse Neigung hat, in Kupferoxyd überzugehen und dadurch das Glas grün zu färben (das Durchgehen des Glases), so sind geringe Mengen reducirender Mittel anzuwenden, man verwendet hierzu Eisenhammerschlag, Eisenfeile, Russ, Weinstein oder das Polen mit frischem Holze. Das Kupferglas ist nach dem Erkalten farblos mit einem Stich ins Grünliche. Durch das Anlaufen entsteht auch hier die erste rothe Farbe. Eisenoxyd erzeugt ein häufig angewendetes Roth. Man benutzt es in Gestalt von reinem Oxyd, von Blutstein, Ocker oder Röthel. Gelb wird hervorgebracht, und zwar topasgelb, durch antimonsaures Kali oder auch Antimonglas. Chlorsilber, borsaures Silberoxyd und Schwefelsilber geben ebenfalls gelb. Uranoxyd giebt grünlichgelb. Ordinäres ins Braunrothe sich ziehendes Gelb wird durch Eisenoxyd erhalten. Blau wird erzeugt durch Kobaltoxyd, seltener durch Kupferoxyd; Grün durch Chromoxyd, Kupferoxyd und endlich Eisenoxydul, welches letztere indessen ein Grün von wenig Feuer und Reinheit liefert; Violett durch Manganoxyd (Braunstein und Salpeter); Schwarz durch viel Eisenoxydul, namentlich mit einem Zusatz von Kupferoxyd, Braunstein und Kupferoxydul; ein schöneres Schwarz erhält man durch Iridiumsesquioxyd.

Das Wesen der Glasmalerei lässt sich in der Kürze auf folgende Weise ausdrücken. Wenn leicht schmelzbare, durch Metalloxyde gefärbte Glasflüsse in feingeriebenem Zustande auf eine Glasfläche aufgetragen werden, so können sie bei mässiger Hitze, bei der die Glastafel noch nicht zum Schmelzen kommt, dergestalt eingeschmolzen werden, dass sie eine höchst dauerhafte Malerei von ausgezeichneter Wirkung darstellen. Da die farbigen Glasflüsse durchsichtig oder doch durchscheinend sind, so werden alle Glasmalereien auf durchfallendes Licht berechnet, und hierin liegt eben der wesentliche Unterschied zwischen Glas- und andern Malereien. Der Künstler kann ferner beide Glasflächen zugleich benutzen. Die Oberfläche, welche dem Beschauenden zugekehrt ist, enthält die stärksten Schatten. Gewöhnlich trägt man auf diese Seite alle schattirten Farben auf, und bringt dagegen die lichten Partien auf die entgegengesetzte Seite. Die Farben sind Metalloxyde, und zwar zum Theil dieselben, die man auch zum Färben des Strass anwendet. Da den durch Einbrennen erzeugten Farben die Reinheit und das Feuer abgeht, das namentlich bei grössern Glasmalereien zur Hebung des Effects unumgänglich ist, so bedient man sich zu Draperien, für den Himmel u. s. w., wo grosse gefärbte Flächen erforderlich sind, des farbigen und überfangenen Tafelglases, und bringt durch Einbrennen geeigneter dunkler Farben die nöthigen Schattirungen hervor. Die jetzigen Glasgemälde sind demnach in der That Combinationen von wirklichen Glasmalereien und Glasmosaik. Diesem Kunstgriff allein verdanken die Glasgemälde ihre prachtvolle lebhafte Colorirung.

Unter Email versteht man in der Glasfabrikation eine Glasmasse, gleichviel farblos oder gefärbt, welche durch Zinnoxyd undurchsichtig gemacht worden ist. Eine ähnliche Beschaffenheit wird dem Glase auch durch arsenige Säure, Chlorsilber, phosphorsauren Kalk, Flussspath, Kryolith und gefällten schwefelsauren Baryt ertheilt.

Das Beinglas, ein milchweisses, schwach durchscheinendes Glas, enthält phosphorsauren Kalk in Gestalt weissgebrannter Knochen, Bakerguano, Sombrerit oder Phosphorit. Man benutzt es zu Lampenschirmen, Thermometerscalen etc. Man erhält es durch Versetzen von weissem Hohlglase mit 10—20 Proc. weissgebrannter Knochen (oder entsprechenden Mengen obengenannter Mineralphosphate). Das Glas ist nach dem Schmelzen vollkommen klar und durchsichtig, erhält aber die durchscheinende Beschaffenheit und milchweisse Farbe in dem Maasse, als es bei dem Verarbeiten mit der Pfeife angewärmt wird. Beinglas ist dadurch charakterisirt, dass es das künstliche Licht mit rother Farbe durchlässt. Ein dem Beinglas ähnliches, aber undurchsichtiges Glas und von weit edlerem Schimmer ist das Alabaster- oder Opalglas oder weil es dem Reiskorn in seinem optischen Verhalten ähnlich ist, Reis- oder Reissteinglas. Es zeigt nicht den röthlichen Schein des mit Kalkphosphat bereiteten Glases. Das Alabasterglas ist keine eigenthümliche Glasmischung, sondern nur ein sehr kieselerdereiches, unvollkommen geschmolzenes Glas, dessen Trübung von unaufgelösten Theilen herrührt. Achatglas erhält man, indem man verschieden gefärbte Glasstücke mit einander bis zum Zähflüssigwerden erhitzt, dann umrührt und die Masse sofort verarbeitet. Das Eisglas, eine schöne gegenwärtig beliebte Glasver-

zierung, zeigt auf der Oberfläche eine durch natürliche Sprünge hervorgebrachte Zerklüftung. Diese Sprünge werden durch Eintauchen des fertigen, noch glühendheissen Glasgegenstandes in kaltes Wasser erzeugt, durch Anwärmen unschädlich gemacht und durch Aufblasen des Gegenstandes geöffnet, so dass das Ganze das Ansehen einer im Aufthauen begriffenen Eismasse oder einer zerklüfteten ausgewitterten Felsoberfläche hat.

Das Kryolithglas (Heissgussporcellan, *hot-cast-porcelain*), ein in neuerer Zeit von Pittsburg eingeführtes milchweisses Glas, wird nach Williams durch Schmelzen eines Satzes von

67,19 Proc. Kieselerde,
23,84 „ Kryolith und
8,97 „ Zinkoxyd

erhalten.

Unter Mousselinglas versteht man Fensterscheiben, die durch einen undurchsichtigen Grund in mattem Weiss ornamentirt sind. Die verschiedenen Vorschriften zur Herstellung von Mousselinglas lassen sich in zwei Gruppen scheiden. Die eine derselben bildet dasjenige Glas, welches sein Matt einer aufgefritteten dünnen Schicht von bleihaltigem Krystallglas verdankt; die andere Gruppe umfasst das mit einer dünnen Emailschicht überzogene Glas. Die Composition des belgischen Email ist 100 Th. Sand, 110 Th. Mennige, 110 Th. Krystallglasbrocken, 35 Th. Borax (entwässert), 25 Th. Zinnasche. Das in neuester Zeit durch Tilghman in Philadelphia erfundene Verfahren des Schleifens durch Sand, der durch einen Luftstrom gegen das Glas geschleudert wird, dürfte geeignet sein, der Schleiferei und der Emaillirung bei Flächen-Ornamenten eine gefährliche Concurrenz zu bereiten.

Die Glasincrustationen entstehen, wenn Reliefgegenstände aus schwachgebranntem, unglasirtem weissen Thon oder aus Specksteinmasse zwischen glühend auf einander gelegte Bleiglasschichten ausgeschlossen werden. Dadurch erhält der Reliefgegenstand das Ansehen, als wenn er von mattem Silber wäre. Dieser silberartige Glanz rührt von einer geringen Menge Luft her, welche sich zwischen der Thonfläche und dem Glas befindet. Mit dem Namen Faden- oder Petinetglas (Filigranglas) bezeichnet man jene Glasarbeiten, deren Körper neben einander hinlaufende oder scheinbar gewebeartig sich kreuzende, undurchsichtige weisse oder farbige Fäden zeigen. Die Herstellung dieser Glasart beruht im Wesentlichen auf dem Umstande, dass ein kurzer dicker Glasstab ohne Veränderung seiner runden oder eckigen Form im rothglühenden Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgezogen werden kann. Bei der Fabrikation von Petinetglas taucht man Stäbe von undurchsichtigem oder farbigem Glase in undurchsichtiges Glas und zieht dieselben so dünn, als man sie zu der jedesmaligen Verwendung haben will. Dreht man diesen Faden ähnlich einem Strick, so laufen die darin enthaltenen Streifchen in Schraubenwindungen sich scheinbar kreuzend neben einander her, ganz mit dem Ansehen eines lockern Gewebes (Petinet). Verbindet man eine Anzahl solcher Stäbe zu einem hohlen Cylinder, so hat man ein Gefäss, welches vor der Vollendung noch im Ganzen gedreht werden kann, so dass die einzelnen Fäden abermals Spiralen um den Umfang des Gefässes bilden. Nimmt man zwei solche Röhren, welche in entgegengesetzter Richtung gedreht sind und in der Grösse, dass sie in einander geschoben werden können, erhitzt dieselben und bildet daraus ein Gefäss, so nimmt dasselbe das Ansehen eines zarten regelmässigen Gewebes an; da sich aber die

Stäbchen nur an den erhabenen Punkten berühren, an den tiefer liegenden Stellen aber etwas Luft eingeschlossen wird, die sich durch die Erhitzung gleichmässig ausdehnt, so entstehen an den Berührungspunkten runde Luftbläschen, welche wesentlich zur Verschönerung des Effectes des Ganzen beitragen.

Das Millefiori stellt die bekannten mosaikartigen Glasarbeiten (Briefbeschwerer, Messerschalen, Stockknöpfe u. s. w.) dar, bei denen die mannichfaltigsten farbigen Muster in eine Umhüllung von Krystallglas eingeschlossen sind. Die Herstellung des Millefioriglases beruht ebenso wie die des Petinetglases auf dem Umstande, dass ein Glasstab ohne Veränderung seiner runden oder eckigen Form im zähflüssigen Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgezogen werden kann. Rollt man z. B. einen Glasstab von rother Farbe und taucht denselben sodann nach einander in weisses, blaues und grünes Glas, so wird der Stab auf dem Querdurchschnitte einen rothen Kern mit einem weissen, blauen und grünen Ringe umgeben zeigen. Wird dieser runde Stab im erhitzten Zustande an den Seiten mit einem eisernen Instrumente regelmässig eingedrückt, so wird er im Querschnitt einen Stern bilden, der eine rothe Scheibe mit farbigen Zickzacklinien umgeben enthält. Eine der beliebtesten Millefioriarbeiten sind die böhmischen kugelförmigen Schwersteine mit eingeschlossenen Blumen oder andern bunten Gegenständen, die man auf folgende Weise herstellt: Nachdem die Elementenscheibchen in der gehörigen Ordnung zusammengelegt sind und dann ein an einer Eisenstange aufgenommener Glasklumpen in zähflüssigem Zustande darauf gedrückt wurde, taucht der Arbeiter das Ganze wieder in die geschmolzene Glasmasse des Hafens, damit sich eine kugelförmige Glasmasse darüber bildet, welche nach dem Erstarren und Abkühlen, wenn es erforderlich erscheint, noch durch Schleifen in die erforderliche Form gebracht wird.

Bei den Alten bezeichnete man mit dem Namen Hämatinon eine zu Prunkgefässen, Mosaiken etc. angewendete Glasmasse, welche unter anderm von Plinius erwähnt und ziemlich häufig in den pompejanischen Nachgrabungen gefunden wird. Dieses Glas ist durch eine schöne rothe Farbe, welche zwischen der des Zinnober und der Mennige liegt, charakterisirt. Es ist undurchsichtig, härter als das gewöhnliche Glas, besitzt grosse Politurfähigkeit, muschligen Bruch und hat ein spec. Gewicht von 3,5. Durch Umschmelzen geht die rothe Farbe verloren und kann durch keinen Zusatz wiederhergestellt werden. Das Hämatinon enthält kein Zinn und ausser Kupferoxydul keine färbende Substanz. v. Pettenkofer stellte das Hämatinon dar durch Zusammenschmelzen von Kieselerde, Kalk, gebrannter Magnesia, Bleiglätte, Soda, Kupferhammerschlag und Eisenhammerschlag. Als ein Theil der Kieselerde in der Mischung durch Borsäure ersetzt wurde, erhielt man eine Masse, welche nach dem Schleifen und Poliren Krystallisationen von grosser Schönheit in einem dunkelrothen, fast schwarzen Grunde zeigte. Der bläuliche dichroitische Schimmer auf dunklem Grunde ist mit dem Schimmern von Sternen auf nächtlichem Hintergrund zu vergleichen, weshalb v. Pettenkofer dieser boraxhaltigen Masse den Namen Astralit gab. Gegenwärtig ist man, wie behauptet wird, in der Herstellung des Hämatinon so weit gekommen, dass man diesen Stoff in beliebigen Quantitäten mit Sicherheit erzeugen und daraus unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln Platten jeder Art giessen und Gegenstände aller Art mittelst der Pfeife blasen

kann. Die Masse lässt sich leicht formen, schneiden und schleifen und zeichnet sich durch Festigkeit und Härte aus.

Das Aventurin- oder Avanturinglas, dem Hämatinon sehr nahe stehend, wurde ehedem nur auf der Insel Murano bei Venedig, gegenwärtig aber in mehreren Glasfabriken Deutschlands, Italiens, Oesterreichs und Frankreichs dargestellt und zu Kunst- und Schmucksachen verarbeitet. Es ist eine bräunliche Glasmasse, in welcher krystallinische Flittern von metallischem Kupfer (nach Wöhler, von Kupferoxydul nach v. Pettenkofer) fein vertheilt sind, welche ihr ein eigenthümliches schillerndes Ansehen geben. Das Aventuringlas ist ziemlich leicht schmelzbar. Es bilden sich zuweilen Kupferschlacken, welche durch ausgeschiedenes metallisches Kupfer viel Aehnlichheit mit dem Aventuringlas haben. Fremy und Clemandot stellten ein aventurinähnliches Glas, welches reichlich Krystalle von metallischem Kupfer enthielt, dadurch dar, dass sie ein Gemisch von 300 Th. gestossenen Glases, 40 Th. Kupferoxydul und 80 Th. Hammerschlag zwölf Stunden lang schmolzen und die Masse einer langsamen Abkühlung unterwarfen. Die bayerischen und böhmischen Glashütten liefern heutzutage das Aventuringlas so schön wie früher die Fabriken in Murano. v. Pettenkofer hat Aventuringlas direct aus Hämatinon dargestellt, dadurch, dass er der sehmelzenden Hämatinonmasse so viel Eisenfeile zumischte, dass etwa die Hälfte des darin enthaltenen Kupfers reducirt wurde, welches sich nach längerem Schmelzen am Boden des Tiegels zu einem Regulus ansammelt. Frischgeschmolzen ist das Glas tief grünschwarz, beim langsamen Abkühlen geht es in wirkliches Aventuringlas über. v. Pettenkofer glaubt, und wie es scheint, mit vollkommenem Recht, dass das Aventuringlas ein Gemisch sei von grünem Eisenoxydulglas mit rothen Kupferoxydulsilicatkrystallen; durch die complementäre Aufhebung beider Nüancen entsteht der unbestimmte braune Ton des Aventuringlases. Das Eisenoxydul ist deshalb zur Darstellung des Aventuringlases ebenso unentbehrlich und wesentlich, wie das Kupferoxydul, denn das Aussehen des Aventuringlases ist so zu sagen die diagonale Wirkung der optischen Kräfte beider. Man wird deshalb stets Aventurin erhalten, wenn man in einer nicht zu strengflüssigen Glasmasse ein Gemenge von gleichen Theilen Eisenoxydul und Kupferoxydul auflöst und nach erfolgter Auflösung die Glasmasse unter Umständen abkühlen lässt, welche der Entstehung von Krystallen günstig sind. Das Kupferoxydul wird sich beim langsamen Abkühlen als eine krystallinische rothe Verbindung ausscheiden, das Eisenoxydul wird im Glase mit grüner Farbe aufgelöst bleiben. Wie Pelouze gefunden hat, lässt sich durch reichlichen Zusatz von Kaliumchromat zum Glassatz in Folge von Abscheidung von Flittern von Chromoxyd Chrom-Aventurin darstellen, ein Glassatz, der indessen von A. Wächter im Jahre 1849 schon zu Porcellanglasur in Vorschlag gebracht worden war.

Die Glasperlen oder unächten Perlen werden unterschieden als massive oder geschmolzene, und hohle oder geblasene. Die ersteren führen auch den Namen Venetianer Perlen, weil sie früher vorzugsweise in Venedig gefertigt wurden. Bei der Herstellung der kleinen Venetianer Perlen bedient man sich der in den Glashütten auf Murano bei Venedig verfertigten hohlen Glasstängelchen oder Glasröhrchen, die 1 Centimeter dick sind und deren

Höhlung ungefähr den dritten oder vierten Theil ihrer Dicke weit ist. Diese Röhren bestehen theils aus weissem und gefärbtem Beinglas und theils aus mit Zinnoxyd bereitetem Emailglas, welches durch Zusatz färbender Metalloxyde mit allen möglichen Farben versehen werden kann.

Um aus diesen Röhren die Glasperlen zu machen, werden die Röhren in kleine Stückchen zerlegt. Die abgeschnittenen Stückchen werden gesiebt. Nun sind die Stückchen aber noch nicht kugelförmig, sondern vielmehr kleine scharfkantige Cylinder, die noch abgerundet werden müssen, weil sie sonst den Faden durchschneiden würden. Zu diesem Zwecke wirft man die Glasstückchen in ein Gefäss, in welchem sich Kohlenpulver befindet und rührt sie darin um, damit ihre Höhlung mit Kohlenpulver sich anfülle und dadurch das Zuschmelzen in der Folge verhindert werde. Darauf bringt man sie in fast bis zum Glühen erhitzte weite eiserne Gefässe mit flachem Boden und rührt sie mit einem eisernen Spatel unablässig um. Die scharfen Kanten der Stückchen erweitern und runden sich durch das beständige Umrühren ab. Auf andern Hütten werden die Glasstückchen in einem über dem Feuer befindlichen kaffeetrommelähnlichen Apparat abgerundet. Zuletzt werden die fertigen Perlen in Schnüre gefasst. Im bayerischen Fichtelgebirge stellt man gewickelte Perlen dar, indem der Arbeiter mit einem langen eisernen Stabe, der in eine konische Spitze ausläuft und dessen Spitze mit Thonschlicker überzogen ist, in geschmolzenes Glas taucht. Hat er davon die erforderliche Menge aufgenommen, so dreht er den Stab so lange, bis die aufgenommene Glasmasse eine rundliche Gestalt angenommen, die nach dem Erstarren von dem Glase abgestossen wird und nun eine Perle bildet.

Ganz verschieden von den Venetianer Perlen sind die hohlen oder geblasenen Perlen, welche den ächten Perlen in Gestalt, Glanz, Farbe und Glätte sehr nahe kommen und um das Jahr 1656 von dem französischen Paternostermacher Jacquin erfunden wurden. Jacquin bemerkte, dass, als Weissfische (*Cyprinus alburnus*, *ablettes*) mit Wasser gewaschen wurden, aus dem Wasser sich beim ruhigen Stehen ein Bodensatz, aus den Bauchschuppen bestehend, abschied, welcher den schönsten Perlenglanz besass. Diese Beobachtung war die Veranlassung zur Fabrikation der künstlichen Perlen. Jacquin schuppte die Fische ab und nannte die Mischung der Schuppen mit Wasser orientalische Perlenessenz. Anfänglich überzog er damit kleine Kugeln aus Gyps oder aus einem andern erhärteten Teige. Weil aber dieser Ueberzug beim Erwärmen oder Feuchtwerden sich von den Kügelchen absonderte, so kam er bald darauf, feine Glaskugeln nach Art der Spiegel inwendig mit der Perlenessenz zu überziehen. So fertigt man noch heute die unächten Perlen. Die Gestalt der Perlen ist bald kugelrund, bald olivenförmig, bald mandelförmig, bald endlich kreisrund oder platt. Die Perlen werden aus Glasröhren von verschiedener Dicke geblasen. Das Ausbrechen der Oeffnungen bei den feinen Sorten geschieht wechselsweise mit den Röhren selbst, deren eine immer zu diesem Ende an die bereits geformte Perle angeschmolzen wird.

Die Thonwaaren.

Das Material zur Fabrikation der Thonwaaren ist der Thon, worunter man im Allgemeinen ein unter dem Einflusse von Luft, Wasser und Kohlensäure entstandenes Verwitterungsprodukt alkalihaltiger Thonerdesilicate versteht. Solche Silicate sind der Feldspath und ähnlich constituirte Mineralien. Der Hauptbestandtheil der Thone ist kieselsaure Thonerde. Der am Orte seiner Entstehung lagernde Thon ist unter dem Namen Kaolin oder Porcellanerde bekannt. Er giebt mit Wasser angerührt eine wenig plastische Masse. Wird diese Thonart durch Wasser fortgerissen und wieder abgelagert, so entsteht derjenige Thon, welcher mit Wasser die bekannte knetbare Masse bildet.

Es liegt in der Natur der Sache, dass je nach der Natur des Muttergesteins, durch dessen Verwitterung der Thon entstanden ist, der Thon mit fremden Substanzen verunreinigt sein muss. Von der Qualität und Quantität dieser fremden Körper, so wie von dem sehr verschiedenen Verhältnisse zwischen den Hauptbestandtheilen eines jeden Thones — Kieselsäure und Thonerde — rühren die grossen Verschiedenheiten in den Eigenschaften des Thones her. Die in den geringeren Thonarten sich findenden Verunreinigungen sind: Sand (theils in Form von wirklichem Quarzsandstein, als in Kali lösliche Kieselsäure, theils auch Trümmer unzersetzter Mineralien), Barytverbindungen, kohlensaurer Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelkies und organische Ueberreste. Der im jüngeren Gebirge und besonders im aufgeschwemmten Lande vorkommende Thon ist weit häufiger als die Porcellanerde. Für die technische Verarbeitung des Thones wichtige Eigenschaften sind Farbe, Plasticität (Bindevermögen) und Feuerfestigkeit (Strengflüssigkeit). Im Naturzustande ist die Farbe des Thones eine weisse, gelbliche, bläuliche oder graugrüne. Reiner Thon ist weiss; die Farben rühren daher von Beimengungen her. Weisser Thon enthält zuweilen geringe Mengen von Eisenoxydul und wird nach dem Brennen gelblich oder röthlich, farbiger dagegen, dessen Färbung von der Gegenwart organischer Substanzen herrührt, brennt sich häufig durch Verflüchtigung der Verunreinigungen weiss. Die übrigen gefärbten Thone verändern beim Brennen ihre Farbe und werden röthlich oder röthlichgelb. Feinere Thonarbeiten können nur aus sich weiss brennendem Thone dargestellt werden.

In pyrometrischer Hinsicht lässt sich im allgemeinen sagen: je jünger die Lagerung der Thone, um so weniger gehören sie zu den schwer schmelzbaren. So sind die Thone der Torfmoore weniger feuerbeständig, als die der Braunkohlenformation, und letztere stehen wieder hinsichtlich der Strengflüssigkeit denen der Steinkohlenformation wesentlich nach, ja die der älteren Steinkohle sind vorzüglicher als die einer jüngeren. Die besten feuerfesten Thone liefern die Schieferthone der älteren Steinkohle.

Der Thon saugt begierig Wasser ein und bildet damit eine zähe Masse, die knet- und formbar (bildsam oder plastisch) und zur Annahme feiner Eindrücke geeignet ist. Die Plasticität eines Thones wird am meisten beeinträchtigt durch Sand, weniger durch Kalk, am wenigsten durch Eisen-

oxyd. Thone, die im hohen Grade bildsam sind, nennt man fett und lang (weil sie im angemachten Zustande sich schlüpfrig anfühlen und sich ziehen lassen, ohne sofort abzureissen); den Gegensatz bilden die mageren und kurzen Thone, die sich rauh anfühlen, leicht abreissen und nur wenig Bildsamkeit besitzen. Alle Thonarten schwinden, d. h. sie nehmen sowol beim Trocknen, als auch beim Brennen ein geringeres Volumen ein, woher es geschieht, dass die Form der Gegenstände entweder sich verzieht oder der Thon reisst. Ein und derselbe Thon schwindet um so mehr, je feuchter er gewesen und je länger die Einwirkung der Hitze gewährt hat. Die fetten Thone schwinden mehr als die mageren. Durch das Brennen nimmt die Dichte und die Härte eines Thones oft bis zu dem Grade zu, dass er am Stahl Funken giebt. Seine Eigenschaft, mit Wasser eine plastische Masse zu bilden, hat er gänzlich verloren. Reiner Thon, (kieselsaure Thonerde) ist für sich nicht schmelzbar (feuerfest), durch Beimengungen wie Kalk, Eisenoxyd und andere Basen wird aber der Thon mehr oder weniger leicht schmelzbar. Nach den Untersuchungen von E. Richters (1868) wird die Feuerbeständigkeit eines Thones am meisten beeinträchtigt durch Magnesia, weniger durch Kalk, noch weniger durch Eisenoxyd, am wenigsten durch Kali. Einige schwer schmelzbare und feuerfeste Thonarten sintern bei der höchsten Brennhitze zusammen, wodurch die Masse geflossen (aufgelöst) erscheint und nicht mehr an der Zunge haftet. Bei der Fabrikation gewisser Thonwaaren ruft man die Neigung des Zusammensinterns durch geeigneten Zusatz eines Flussmittels hervor oder befördert sie hierdurch.

Die Thonarten pflegt man einzutheilen in

1) feuerfeste (Kaolin und plastischer Thon),
2) schmelzbare (gemeiner Töpferthon, Walkererde),
3) kalkige oder aufbrausende (Mergel, Lehm),
4) ockerige Thone (Röthel, Bolus, Ocker).

Neben dem Kaolin ist der feuerfeste Thon die wichtigste Thonart; er ist verschieden gefärbt, sehr zähe, im hohen Grade plastisch, brennt sich weiss und ist im Porcellanofenfeuer nicht schmelzbar. Gewöhnlich kommt er in tertiären Ablagerungen vor, bald ist er von anderen Thonarten, bald von Quarzsandmassen, zuweilen von Braunkohlenlagern begleitet. Für die Praxis ist es wichtig, dass oft Thone von demselben Lager und von derselben Grube bedeutende Verschiedenheiten in dem Grade der Feuerbeständigkeit darbieten.

Der gewöhnliche Töpferthon besitzt die meisten äusseren Eigenschaften des plastischen Thones; viele Arten desselben fühlen sich weich an und bilden mit Wasser eine ziemlich zähe Masse, allein sie sind zerreiblicher und zertheilen sich weit leichter im Wasser. Häufig ist der Töpferthon stark gefärbt und behält seine Farbe auch nach dem Brennen bei. Meist braust er schon mit Salzsäure etwas auf und macht dann den Uebergang zu dem Mergel. In Folge seines Gehaltes an Kalk und Eisenoxyd ist er schmelzbar und schmilzt je nach der Quantität dieser Beimengungen bei höherer oder niedrigerer Temperatur zu einer dunkelgefärbten, schlackenähnlichen Masse. Er findet sich vorzüglich in den jüngsten Gebilden der Erdrinde, oft ganz an der Oberfläche, zuweilen indessen auch in mächtigen Ablagerungen in einigen tertiären und Flötzformationen. Zuweilen liegen in ihm fremde Körper, wie organische Reste, Eisenkies und Strahlkies, Gyps, Nieren von thonigem Sphärosiderit. Die

Walkererde ist eine weiche zerreibliche Masse und rührt von der Verwitterung von Diorit und Dioritschiefer her. In Wasser zerfällt sie zu einem zarten Pulver und bildet einen nicht plastischen Brei. Auf ihrer Eigenschaft, sich in Wasser fein und schnell zu zertheilen und in diesem Zustande Fett zu absorbiren, beruht ihre Anwendung zum Fleckausmachen, zum Walken des Tuches etc. Der Mergel ist ein mechanisches Gemenge von Thon und kohlensaurem Kalk, welches mitunter auch Sand (Sandmergel) und andere zufällige Beimengungen enthält. Derjenige, der überwiegenden Kalk enthält, heisst Kalkmergel, der mit vorwaltendem Thongehalt, Thonmergel. In Wasser zerfällt er zu Pulver und bildet eine teigige, nicht zusammenhängende Masse. Mit Säuren braust er stark auf, wobei sich oft mehr als die Hälfte seines Gewichtes löst. Er schmilzt leicht. Der Lehm (Leimen, Löss, Ziegelthon) macht den Uebergang vom Thon zum Sande. Er ist ein mit Quarzsand und mehr oder weniger Eisenocker, zuweilen auch mit Kalk gemengter Thon von gelber oder bräunlicher Farbe, die nach dem Brennen in Roth übergeht. Er bildet mit Wasser eine wenig plastische Masse und ist nicht sehr feuerbeständig. Der Lehm ist die verbreitetste Formation des Thones und, indem er besonders in den jüngsten Ablagerungen der Erdrinde nahe an der Oberfläche vorkommt, von grossem Einfluss auf die Lockerheit des Bodens. Dem Lehm ähnlich ist der Letten, der in vielen tertiären und Flötzformationen sich findet. Der in den Rheingegenden in grossen Massen angeschwemmte Löss ist eine Art feinen Lehms. — Der Lehm findet Anwendung zu Backsteinen und Ziegeln, mit Häcksel vermengt zum Ausstacken der Fachwerke und zu den Lehmwänden, zu dem Pisébau, zum Vermauern der Steine bei Brandmauern, Schornsteinmauern, wobei er aber nicht wie der Kalkmörtel die Steine zu einem Ganzen verbindet, sondern nur die Fugen ausfüllt.

Nach der innern Beschaffenheit der gebrannten Masse (des Scherbens), kann man die Thonwaaren am naturgemässesten unterscheiden als dichte und poröse Thonwaaren. Die dichten sind so stark erhitzt worden, dass ihre Masse halbverglast (aufgelöst, geflossen) erscheint; sie sind im Bruche glasartig, durchscheinend, undurchdringlich für Wasser und geben am Stahle Funken. Die poröse Thonwaare ist in der Masse nicht verglast und daher locker; ihr Bruch ist erdig, ihre Masse zerreiblich, lässt in nicht glasirtem Zustande Wasser durch und klebt an der Zunge. Die gebrannte Masse, mag sie dicht oder porös sein, bleibt entweder rauh, in welchem Falle die Thonwaare einfach heisst, oder sie ist mit einer glasartigen Masse, mit Glasur, überzogen und heisst dann zusammengesetzt.

Die Thonwaaren lassen sich in folgender übersichtlicher Weise eintheilen:

I. Dichte Thonwaaren. 1) *Aechtes oder hartes Porcellan.* Masse gleichsam geflossen, nicht mit dem Messer ritzbar, feinkörnig, durchscheinend, klingend, weiss, gleichartig und strengflüssig. Bruch mässig muschelig und feinkörnig. Die Masse besteht aus zwei Substanzen, nämlich

aus einer unschmelzbaren, dem Kaolin, welche ihr die Eigenschaft ertheilt, den zur Porcellanerzeugung nöthigen Hitzegrad zu ertragen, ohne zu erweichen, und einem zu Glas schmelzenden unbildsamen Zusatze, dem sogenannten Flusse, meist Feldspath mit oder ohne Zufügung von Gyps, Kreide und Quarz; die Glasur ist wesentlich dem zur Masse gesetzten Flusse gleich und besteht ebenfalls aus Feldspath, zuweilen mit etwas Gyps, aber nie mit Blei- oder Zinnoxyd. Es ist für die Fabrikation des ächten Porcellans charakteristisch, dass das Garbrennen der Masse, wobei diese durchscheinend und dicht wird, mit dem Aufbrennen in einer Operation geschieht.

2) *Weiches Porcellan* oder *Frittenporcellan*. Masse leichtflüssiger als das ächte oder harte Porcellan; man unterscheidet: α) *französisches* oder *eigentliches Frittenporcellan*, eine glasähnliche Masse (unvollständig geschmolzenes Alkali-Erde-Silicat) ohne Zusatz von Thon dargestellt (daher mit Unrecht zu den Thonwaaren gerechnet), mit bleihaltiger, dem Krystallglas ähnlicher Glasur; β) *englisches weiches Porcellan*, die Masse zusammengesetzt aus Kaolin, plastischem, sich weiss brennendem Thone (Pfeifenerde), Feuerstein und Flussmittel Cornish stone (verwitterter Pegmatit), Gyps oder Knochenasche (wesentlich phosphorsaurer Kalk) in sehr verschiedenen Verhältnissen. Die Glasur besteht aus *Cornish stone*, Kreide, Feuersteinpulver, Borax, meistens mit, seltener ohne Zusatz von Bleioxyd. Da die Glasur weit leichtflüssiger ist als die Masse, so muss letztere in dem ersteren längeren Feuer bereits fast gargebrannt sein, ehe in einem zweiten, mässigeren und kürzeren Feuer die Glasur aufgebrannt wird. Die Verschiedenheit der Glasur von dem Fluss der Masse bewirkt eine geringere Haltbarkeit der ersteren und häufige Rissigkeit derselben.

3) *Steinzeug*. Masse dicht, klingend, feinkörnig, homogen, nur an den Kanten oder kaum durchscheinend, weiss oder gefärbt. Das feine weisse Steinzeug ist nur durch die mangelnde Durchscheinenheit äusserlich von dem Porcellan unterschieden. α) Glasirtes porcellanartiges Steinzeug. Die Masse besteht aus plastischem, sich weiss brennendem, weniger feuerbeständigem Thon mit Zusatz von Kaolin und Feuerstein; als Flussmittel ein feldspathiges Mineral; die Glasur enthält Borax und Bleioxyd und ist durchsichtig; β) weisses oder gefärbtes unglasirtes Steinzeug (hierher gehört das Wedgwood). Aehnlich der vorigen Masse; γ) gemeines Steinzeug mit Salzglasur. Der halbgeflossene Zustand der Masse ist nicht durch Zusatz von Flussmittel hervorgerufen, sondern nur durch stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerfeste Thonmasse. Die Masse besteht aus plastischem Thon (Pfeifenthon), entweder für sich oder mit einem Gemengtheile, der sich im Feuer wenig oder nicht zusammenzieht und die Schwindung des Thones vermindert. Glasur ein Anflug von kieselsaurem Thonerde-Natron.

II. Poröse Thonwaaren. 1) *Feine Fayence mit durchsichtiger Glasur*. Masse erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, etwas klingend, mit durchsichtiger, bleiischer, auch Borax, Feldspath u. s. w. enthaltender Glasur. 2) *Fayence mit undurchsichtiger Glasur* (auch zuweilen Steingut genannt). Masse aus sich gelblich brennendem Töpferthon oder Thonmergel bestehend, mit undurchsichtiger weisser oder gefärbter zinnhaltiger Glasur (Email). Hierher gehören die Majoliken und emaillirten Fayencen des Mittelalters, die Delfter Waare u. s. w. 3) *Ordinäre Töpfer-*

waare. Masse gewöhnlicher Töpferthon oder Thonmergel und stets röthlich gefärbt, weich und porös. Meist bleiische und immer undurchsichtige Glasur. Je nach der Farbe der Glasur weisse oder braune Töpferwaare. Erstere bildet das gewöhnliche Kochgeschirr, letztere das Bunzlauer oder Waldenburger Geschirr. 4) *Ziegel*, Terracotten, Backsteine, feuerfeste Steine, Tiegel, Röhren, Bauornamente, Krüge, Urnen des Alterthums u. s. w. Masse erdig; meist mehr oder weniger ungleichartig; immer gefärbt (brennt sich nicht weiss), porös, leichtflüssig, wenig klingend und undurchsichtig. Glasur findet nur ausnahmsweise Anwendung.

Das harte oder ächte Porcellan besteht aus einem Gemenge von farbloser Porcellanerde mit Feldspath als wesentlichem Flussmittel, welchem bisweilen Quarz, Kreide oder Gyps zugesetzt werden. Die Porcellanerde, an und für sich unschmelzbar, würde im Feuer sich nur zu einer erdigen undurchsichtigen Masse brennen, mit den Flussmitteln innig gemischt, schmelzen letztere bei der hohen Temperatur des Glasofens, umhüllen die Kaolinmoleküle und füllen die Poren aus.

Die Materialien der Porcellanfabrikation finden sich in der Natur nicht in einem solchen Zustande, in welchem sie ohne weitere Vorbereitung zur Herstellung der Masse verwendet werden könnten. Die Porcellanerde, Feldspath und Quarz müssen vorher in unfühlbaren Staub verwandelt werden. Die fernere Trennung der fremdartigen Bestandtheile geschieht durch das Schlämmen, welches sich auf die Eigenschaft des plastischen Theiles der Porcellanerde gründet, mit Wasser ein milchähnliches Liquidum zu bilden, welches das Kaolin suspendirt enthält. Je nach dem Grade der Feinheit setzen sich diese Theilchen früher oder später ab, während die gröberen Beimengungen sogleich sich absetzen, andere Unreinigkeiten organischer Natur dagegen auf der Oberfläche schwimmend bleiben.

Nachdem aus den Setzbottichen das Wasser abgelassen worden ist und die Masse sich als Schlamm abgeschieden hat, muss sie durch Trocknen auf die gehörige Consistenz gebracht werden. Das Abtrocknen (das Massekochen) durch Verdunstung kann geschehen, indem man die Masse in weiten hölzernen Kasten einem starken Luftzuge aussetzt. Dies ist eine sehr gewöhnliche Methode, die Masse zu trocknen, da aber dieselbe nur während des Sommers Anwendung finden kann und wol selten eine Fabrik den Sommer hindurch so viel zu liefern vermag, dass sie des Trocknens im Winter überhoben wäre, so sucht man das Abtrocknen durch Wärme zu bewerkstelligen. Das gewöhnlichste Mittel des Trocknens der Masse ist das durch Absorption, wozu man sich als absorbirender Unterlage des gebrannten Lehmes (der Ziegelmasse) oder des Gypses bedient. Das Abtrocknen der Masse kann auch geschehen durch Luftdruck; man bringt zu diesem Zwecke die zu trocknende Masse in einen aus porösen Platten zusammengesetzten Kasten, unter welchem man einen luftverdünnten Raum erzeugt, entweder durch Condensation von Wasserdämpfen oder durch Abfliessenlassen von Wasser. Neuerdings hat man das Trocknen der Masse durch Gyps häufig durch das Pressen ersetzt.

Möge man die Masse mit Hülfe von Gyps oder durch Anwendung von

Pressen getrocknet haben, in allen Fällen wird sie nicht gleichförmig getrocknet sein; sie enthält ferner stellenweise Lufttheile, die erst ausgetrieben werden müssen. Die Gleichförmigkeit der Masse erreicht man durch Kneten und Faulenlassen (Rotten) der Masse, das Kneten geschieht durch Treten mit den Füssen oder durch Schlagen. Die Plasticität der Porcellanmasse wird wesentlich befördert, wenn man dieselbe an einem feuchten Orte längere Zeit sich selbst überlässt, wo dann eine Art Fäulniss eintritt.

Das Formen der nun homogenen Masse geschieht entweder: a) durch Drehen auf der Töpferscheibe, b) mit Hülfe von Formen. Die Töpferscheibe (Drehscheibe) besteht aus einer verticalen eisernen Axe, einer oben darauf befestigten horizontalen hölzernen Scheibe, auf welcher die Masse gedreht wird, und einem unten angebrachten Schwungrade. Nachdem der Dreher die zu formende Masse auf die Scheibe gebracht hat, setzt er den Apparat in Bewegung und hält die Hände mit einem gelinden Druck gegen die Masse. Hält er die Daumen in den Mittelpunkt und drückt abwärts, so entsteht eine Höhlung, welche sich erweitert, wenn er die Daumen entfernt, und eine glockenähnliche Gestalt annimmt, sobald er die Daumen wieder nähert. Fasst der Dreher die Wände des Gefässes zwischen Hand und Daumen, so kann er die Wand beliebig erhöhen und verdünnen. Die Hände werden durch Eintauchen in Schlicker, in Wasser fein zertheilte Porcellanmasse, schlüpfrig erhalten. Alle Gegenstände von nicht kreisförmigem Querschnitte, demnach ovaler oder complicirter Gestalt, werden in Formen bearbeitet, welche diejenigen Flächen vertieft enthalten, die auf dem herzustellenden Gegenstande erhaben sein sollen und umgekehrt. Das Formen geschieht entweder: a) durch Pressen und mit Anwendung von trockener Masse; b) mit weicher Masse von Teigconsistenz, oder c) durch Giessen mit flüssiger Masse. Man beginnt mit der Anfertigung des Modells oder der Patrone; die massiven Stücke brauchen nur ein Modell, die hohlen Stücke öfters zwei. Das Material zum Modell ist entweder Thon oder Wachs oder Gyps, oder endlich Metall. Nur wenige Substanzen sind geeignet, als Material für die Masseformen verwendet zu werden. Die zu formende Porcellanmasse muss hinlänglich geschmeidig sein, um sich in alle Vertiefungen der Form drücken zu lassen, auf der andern Seite muss sie beim Entfernen aus der Form Steifigkeit genug haben, um sich nicht mehr zu verbiegen. Die Masse muss demnach in der Form consistenter geworden sein. Daraus folgt, dass zur Herstellung einer Form nur ein poröses Material, welches Feuchtigkeit zu absorbiren vermag, Anwendung finden kann. Nur der Gyps und der gebrannte Thon besitzen Porosität in hinlänglichem Grade. Man unterscheidet Ballenformerei und Schwartenformerei. Nach der ersten Art wird die Porcellanmasse in Stücken von der geeigneten Grösse, die von dem Ballen abgeschnitten werden, entweder mit den Fingern oder mit einem besonders zugerichteten Holze so in die Form eingepresst, dass das Stück eine gleichmässige Scherbenstärke erhält. Teller, Tassen und ähnliche Hohlgefässe formt man mit Hülfe von Schwarten, worunter man flache, dünne Blätter von Porcellanmasse versteht, welche man entweder durch Schlagen mit einem hölzernen, mit Schafleder überzogenen Hammer oder durch Auswalzen erzeugt. Das Formen von Porcellangegenständen durch Giessen aus dickem Massebrei beruht gleichfalls auf der Eigenschaft der Gypsformen, Wasser zu absorbiren und auf diese Weise die Porcellanmasse

consistenter zu machen. Die zum Giessen bestimmte Porcellanmasse wird mit Wasser zu einer dicken Schlempe angerührt, welche keine Luftblasen, keine Knoten und Massetheilchen enthalten darf. Sie wird in ein Reservoir gebracht, von wo aus sie in die Formen gegossen werden kann, welche auf der inwendigen Fläche mit Hülfe eines Pinsels mit einer dünnen Schicht von Masse überzogen wurden. Man füllt nun die Form mit dem Massebrei an, wobei dafür zu sorgen ist, dass die Luft aus der Form entweichen kann. Nachdem nun durch Absorption von Wasser eine dünne Masseschicht entstanden ist, giesst man die flüssige Masse ab und füllt neue Masse nach, was so oft wiederholt wird, bis die gewünschte Wanddicke erreicht ist. Nach vorstehender Methode stellt man Porcellanröhren und Porcellanretorten dar.

Nachdem die Porcellanwaaren geformt und durch das Abdrehen u. s. w. vollendet worden sind, werden sie an den Trockenort gebracht, wo das Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur im Schatten vor sich geht. Die zu trocknenden Waaren bleiben auf Brettergestellen so lange sich selbst überlassen, bis sie keine Feuchtigkeit mehr verlieren. Nur eine geringe Anzahl von Porcellangegenständen und dann meist nur Statuen und Figuren, kommt unglasirt, als sogenanntes Biscuit, in den Handel. Die meisten Porcellangegenstände sind mit einem glänzenden glasähnlichen Ueberzuge, mit der Glasur überzogen. Man verlangt von ihr, dass sie bei der Temperatur, bei welcher die Porcellanmasse nur verglast, schon schmilzt, dass sie ungefärbt und undurchsichtig sei; die Glasur muss ferner glatt und glasglänzend sein, sich von der Masse nicht lostrennen und nicht Risse bekommen, demnach fast genau denselben Ausdehnungscoëfficienten besitzen wie die Masse selbst; sie muss endlich hart und widerstandsfähig gegen Schnitt, Druck und Reibung sein. Die Glasur ist eine Porcellanmasse mit reichlichem Zusatz von Flussmitteln, so dass die Masse in dem Porcellanofen zum Schmelzen kommt.'

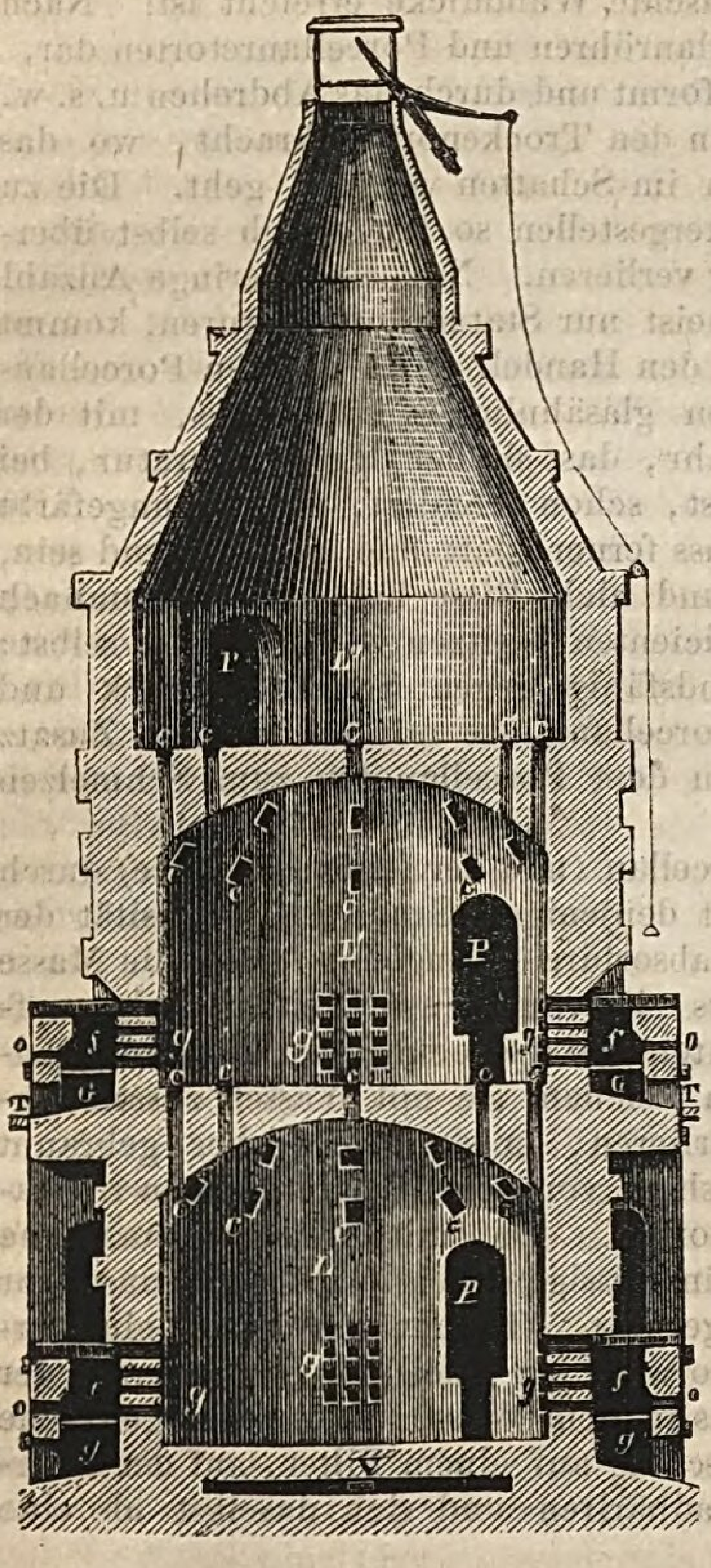
Das Glasiren geschieht beim Porcellan (und der feinen Fayence) durch Eintauchen. Diese Methode erfordert denjenigen Grad von Porosität der Masse, um Flüssigkeiten begierig zu absorbiren; zugleich muss die Masse so viel Zusammenhang besitzen, dass sie vom Wasser nicht mehr aufgeweicht wird. Um daher die geformten und getrockneten Porcellangegenstände in den Zustand zu versetzen, in welchem sie mit Wasser zusammengebracht, nicht mehr ihre Form verlieren, müssen sie vorher gebrannt werden. Das ächte Porcellan wird deshalb vor dem Glasiren einem schwachen Brand, dem Verglühen unterworfen. Die mit Wasser gemahlene Glasur wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Teig wiederum ungefähr von der Consistenz der Kalkmilch angerührt. Taucht man nun ein verglühtes Geschirr in die Glasurbrühe, so wird ein Theil des Wassers von der porösen Masse rasch absorbirt und das in dem Wasser suspendirt gewesene Glasurmehl wird ähnlich einem Niederschlag auf einem Filter, auf der Oberfläche des Porcellans zurückbleiben, adhäriren und sich daselbst als eine gleichmässige Schicht verdichten.

Porcellangefässe dürfen beim Brennen nicht der freien Einwirkung der Flamme ausgesetzt sein, weil Flugasche und Rauch eine Verunreinigung derselben bewirken würde; man muss sie deshalb in einer Umhüllung brennen, welche zu diesem Zwecke eigens aus Thon verfertigt und Kapsel oder Casette genannt wird. Man fertigt die Kapseln aus feuerfestem Thon, welcher mit gestossenen, schon gebrannten Kapselscherben (Charmotte

oder mit Quarzsand) stark versetzt ist. Auf die beschickte Kapsel kommt eine zweite, darauf eine dritte u. s. f., bis eine Säule entstanden ist, welche der Einsetzer nach dem Ofen hin trägt.

Die Einrichtung des Porcellanofens ist in Fig. 14 im verticalen Durchschnitt abgebildet. Im Allgemeinen stellt ein solcher Ofen einen hohlen Cylinder vor, dessen obere Decke eine Kuppel bildet, aus der in der Axe der Schornstein sich erhebt. Die flachen Gewölbe oder Etagen, in welche er abgetheilt ist, communiciren durch Feueröffnungen. Die beiden Etagen L und L' dienen zum Gar-, Glatt- oder Starkbrennen des Porcellans; die obere Etage L'' dient zum Rohbrennen. Am Boden der beiden untern Abtheilungen sind die fünf Feuerungen angebracht, aus gemauerten viereckigen Kästen f bestehend, deren eine Wand vom Ofen selbst gebildet ist; in jedem Kasten liegt unten ein Rost. Von jedem Feuerkasten führt unten eine Oeffnung g durch die Ofenwand in den Ofen. G ist der Aschenraum, T die Oeffnung des Aschenraumes, die während des Brennens verschlossen ist, o eine Oeffnung, durch welche das Brennmaterial auf den Rost aufgegeben wird. Das Innere des Ofens besteht aus Charmottesteinen und aussen ist derselbe mit eisernen Schienen versehen. In jede Etage führt eine Thüre P zum Einsetzen und Ausnehmen des Porcellans; sie wird nach der Beschickung mit feuerfesten Steinen zugesetzt und verschmiert. Die Heizung geschieht zuerst in den unter den Feuerungen befindlichen Feuerkammern, indem man etwas Holz darin anwendet. Ist durch dieses schwache Feuer, das Flattirfeuer (Lavir- oder Vorfeuer), die Waare bis zum starken Rothglühen erhitzt worden, so beginnt man das Scharf-, Gut- oder Glattfeuer. Später feuert man nicht mehr in der Feuerkammer, sondern legt das Holz in die vorspringende Oeffnung. Hier findet das Verbrennen so statt, dass von oben die Luft eintritt und dann durch das Brennmaterial hindurch in den Ofen geht. Auf diese Weise wird stets der untere Theil des Holzes verzehrt und die heisse Luft tritt aus den glühenden Kohlen sofort in den Ofen, während bei andern Feuerungen die Luft zuletzt durch das kalte Brennmaterial geht, das man von Zeit zu Zeit aufschüttet, und da-

Fig. 14.



durch abgekühlt wird. Auf solche Weise wird die Flamme durch den horizontal eintretenden Luftstrom mehr zur Axe des Ofens hingeführt. Während des Scharffeuerns sind die Feuerherde wahre Generatoren und man hat so in jedem Feuerraum zwei Verbrennungen über einander, die sich wechselseitig bedingen. Nachdem die Kapselsäulen oder Stösse in den Ofen eingesetzt waren, vermauert man, wie oben bemerkt, die Einsetzöffnung, lässt aber in der Mauer eine Probeöffnung, durch welche man glasirte Porcellanscherben in besonders dazu gefertigten Kapseln einsetzt. Nachdem der Ofen weissglühend ist, öffnet man die Probeöffnungen, nimmt die Probescherben heraus und beurtheilt den Schmelzgrad ihrer Glasur. Das Gutbrennen dauert 17—18 Stunden; man verschliesst dann den Ofen und lässt ihn erkalten, wozu 3—4 Tage erforderlich sind.

Nachdem der Ofen gehörig abgekühlt ist, schreitet man zum Entleeren desselben. Das den Kapseln entnommene Geschirr wird einer genauen Prüfung unterworfen, wobei es in vier Sorten geschieden wird: a) in Feingut, wozu alles Geschirr gehört, welches fleckenlos, spiegelglatt in der Glasur ist; b) in Mittelgut, welches minder weiss und glatt in der Glasur ist und nur kleine Fehler hat, die man beim Malen decken kann; c) zum Ausschuss gehören alle Stücke, deren Glasur schlecht geschlossen oder eierschalig ist; d) Stücke endlich mit groben Verziehungen der Formen sind unverkäuflich und gehören dem Bruchgeschirre an.

Die Porcellanmalerei ist ein Zweig der Glasmalerei, deren Wirkung aber ausschliesslich auf das reflectirte, nie auf das durchgehende Licht berechnet ist. Die Porcellanfarben sind gefärbte Gläser, welche durch Aufschmelzen (Einbrennen) auf die Porcellanmasse Festigkeit und Glanz erlangen. Zur Erzeugung jeder Farbe gehört das farbegebende Metalloxyd und der Fluss. Je nach ihrem Verhalten im Feuer theilt man die Porcellanfarben ein in Scharffeuerfarben und Muffelfarben. Erstere enthalten färbende Oxyde, die vollkommen oder mindestens so feuerbeständig sind, dass sie die zum Scharfbrennen erforderliche Hitze unverändert ertragen. Man trägt sie unter der Glasur auf und schmilzt sie mit derselben. Da die meisten Metalloxyde bei der Temperatur des Scharffeuers ganz oder zum Theil sich verflüchtigen und einen unreinen Ton geben, so sind die meisten Porcellanfarben Muffelfarben, welche stets nach dem Glasiren auf der Glasur aufgetragen und in der Muffel eingebrannt werden.

Das Gold wird behufs der Vergoldung aus seiner Lösung in Königswasser metallisch gefällt. Vor seiner Anwendung wird das Gold mit dem Flussmittel auf das Innigste gemischt. Man wendet als Fluss basisch salpetersaures Wismuthoxyd an. Das Muschel- oder Malergold, dessen man sich ebenfalls zum Vergolden bedient, besteht aus den Schabinen von der Bereitung des ächten Goldblattes. Diese Schabinen werden mit Honig fein gerieben. Das Gold wird entweder mit dem Pinsel oder durch Druck aufgetragen. Das Einbrennen geschieht in der Muffel. Da das Gold dabei nicht schmilzt, sondern nur durch den schmelzenden Fluss auf das Porcellan befestigt wird, so zeigt es nach dem Brennen keinen Glanz, welchen es erst durch das Poliren erhält. Ganz verschieden von der vorstehenden Vergoldung ist die Glanzvergoldung, deren Glanz nicht nur durch Reiben und Poliren hervorgebracht wird, sondern während des Brennens selbst entsteht. Sie wird gewöhnlich durch Einbrennen einer Lösung von Schwefelgold oder Knallgold in Schwefelbalsam erhalten.

Das weiche französische oder Frittenporcellan ist eine glasartige Masse (ein unvollständig geschmolzenes Alkali-Erde-Silicat), ohne Zusatz von Kaolin, mit bleihaltiger, dem Krystallglas ähnlicher Glasur. Es gehört demnach nur uneigentlich zu den Thonwaaren, die Aehnlichkeit mit dem Porcellan entspringt nur aus der unvollkommenen Schmelzung der durch Uebersetzung mit Kalk und Thonerde strengflüssig gemachten Masse. Die Masse zu dem Frittenporcellan wird zusammengesetzt: 1) aus einer glasartigen Masse, der Fritte, um der Masse Kieselerde und Alkalien zu geben, 2) aus Mergel, um Thon beizufügen, 3) aus Kreide, als kalkigem Bestandtheil.

Die Glasur des Frittenporcellans ist ein zu diesem Behufe eigens bereitetes Krystallglas. Das Frittenporcellan ist leicht an dem Bleigehalt der Glasur zu erkennen. Eine Auflösung einer Schwefelleber einige Zeit in einem Gefässe aus Frittenporcellan aufbewahrt, schwärzt es oberflächlich.

Das englische Porcellan besteht in der Masse aus plastischem Thon, aus Porcellanerde von Cornwallis (sogenannter *China clay*), *Cornish stone* (durch Verwitterung von Pegmatit entstanden), Feuerstein und Knochenasche. Der Zusatz der letzteren (in neuerer Zeit zuweilen durch natürlichen phosphorsauren Kalk — Apatit und Sombrerit — ersetzt) befördert die Leichtflüssigkeit des Produktes. Die Glasur besteht aus Cornish stone, Kreide, Feuerstein, Borax und Bleioxyd. Da die Glasur leichter schmelzbar ist als die Masse, so muss letztere im ersten, stärkeren Feuer grösstentheils gargebrannt werden, ehe im zweiten kürzeren Feuer die Glasur aufgebrannt wird; hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen hartem und englischem Porcellan. Das Brennen geschieht in eigenen Etageöfen mittelst Steinkohlen. Die Geschirre stehen in Kapseln. Die Glasur ist stets bleihaltig. Das Glasiren wird durch Eintauchen bewerkstelligt. In neuerer Zeit spielt die Borsäure als Mittel zum Glasiren des englischen Porcellans eine grosse Rolle.

Das parische Porcellan oder Parian (dieser Name ist abgeleitet von der durch ihren Marmor berühmten Insel Paros) ist unglasirtes Statuenporcellan von einer dem englischen Porcellan ähnlichen, aber strengflüssigeren Masse, weniger Fluss, mehr Kieselerde enthaltend. Die Farbe der Masse zeigt einen etwas milden gelblichen Ton; die Oberfläche ist wachsartig und fettähnlich schimmernd. Der Carrara (eine Benennung nach dem durch seinen Marmor berühmten Carrara in Toscana) steht zwischen Parian und Steinzeug in der Mitte und ist weniger durchscheinend als Parian und von etwas weisserer Farbe.

Das Steinzeug schliesst sich unmittelbar an das Porcellan an, insofern seine Masse dicht, klingend, kleinkörnig, gleichartig, nicht an der Zunge hängend und somit undurchlassend für Feuchtigkeit ist. Die Masse ist halb verglast, aber nicht aufgelöst wie bei dem Porcellan und nur an den Kanten oder kaum durchscheinend. Das feine weisse Steinzeug unterscheidet sich nur durch Abwesenheit der durchscheinenden Eigenschaft äusserlich von dem Porcellan. Man unterscheidet folgende Arten:

α) Das feine weisse Steinzeug besteht in der Masse aus plastischem, sich weiss brennendem, weniger feuerbeständigem Thon mit Zusatz

von Kaolin und Feuerstein und einem feldspathartigen Mineral als Flussmittel. Die Glasur enthält Bleioxyd und Borax und ist durchsichtig. Das Flussmittel ist in dem Steinzeug stets in grösserer Menge vorhanden als in dem Porcellan und macht gewöhnlich mehr als die Hälfte des Gewichtes der Masse aus. Daraus folgt, dass das Steinzeug im Porcellanofenfeuer zusammenschmilzt und nur bei weit niedrigerer Temperatur gebrannt werden kann. Da die Masse zum Theil aus plastischem Thone besteht, so ist sie weit bildsamer als die Porcellanmasse. Demnach ist das Steinzeug als ein Ersatzmittel für das Porcellan zu betrachten, dessen grössere Wohlfeilheit in der Leichtigkeit beruht, mit welcher es geformt und gebrannt werden kann, während es mit dem Porcellan die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit für Flüssigkeiten theilt.

β) Das weisse oder gefärbte unglasirte Steinzeug oder Wedgwood besteht in der Masse aus plastischem, weniger feuerbeständigem Thone, Kaolin, Feuerstein und Cornish stone, letzterer bis zur Hälfte des Ganzen, ist weit leichtflüssiger als Porcellan und erfordert daher einen geringeren Hitzegrad zum Brennen. Das farbige Steinzeug ist grösstentheils von derselben Grundmasse als das weisse feine Steinzeug, wird aber entweder in der ganzen Masse, oder nur oberflächlich durch eine Belegung mit einer Schicht von Angussfarben gefärbt.

γ) Das gemeine Steinzeug gehört ebenfalls noch zu den Thongeschirren mit verglaster Masse, deren halbgeflossener Zustand jedoch nicht durch einen Flusszusatz hervorgebracht, sondern nur durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerbeständige Thonmasse bewirkt wird. Geschirre aus Steinzeug vertragen plötzlichen Temperaturwechsel sehr schlecht und eignen sich deshalb nicht als Kochgeschirre, dagegen sind sie vortrefflich, wenn es sich um besondere Reinhaltung und eine gewisse chemische Beständigkeit der Masse oder um eine beträchtliche Stärke handelt. Daher ihre Anwendung zu Mineralwasserkrügen, Säureflaschen, Gefässen zu chemischem und pharmaceutischem Gebrauche, Milchnäpfen, Wassereimern, Gefässen zum Einmachen der Früchte in Essig und Salz, zum Aufbewahren von Schmalz u. s. w. Die Farbe des gemeinen Steinzeuges ist meistens grau. Man führt das Glasiren dadurch aus, dass man während des Brennens Kochsalz in den Brennofen wirft. Die Kieselerde zersetzt das Kochsalz bei Gegenwart von Wasserdämpfen in Salzsäure und Natron, mit welchem sie sich verbindet. Die auf der Oberfläche der Steinzeuggeschirre entstehende Glasur besteht demnach aus kieselsaurem Thonerde-Natron.

Unter dem gleichbedeutenden Namen Terralith und Siderolith werden im nördlichen Böhmen und zu Wallerfangen Thonwaaren verfertigt, welche zwischen Steinzeug, Steingut und gewöhnlicher Töpferwaare in der Mitte stehen, aber mit keiner Glasur, sondern mit einem starken, einfach gefärbten oder bronzirten Firnissüberzug versehen sind. Solche Geschirre können, da die Farbe der Masse durch die Lackirung versteckt wird, aus gefärbten Thonen hergestellt werden, welche man genau so wie die Masse in den Steingutfabriken behandelt. Vorzugsweise werden Leuchter, Becher, Krüge, Blumenvasen, Blumenampeln, Körbe, Schreibzeuge, Butterdosen, Fruchtkörbe, Basreliefbilder und verschiedene Nippsachen aus dieser Thonmasse geformt, getrocknet und in Kapseln in gewöhnlichen Brennöfen scharf gebrannt.

Die Fayence (englisches Steingut), hat ihren Namen von der Stadt Faënza in Mittelitalien, wo derartige Gefässe vorzugsweisse gefertigt wurden. Im 9. Jahrhundert verfertigten die Araber in Spanien schon Fayence (in den Sammlungen unter dem Namen der hispano-maurischen Poterien bekannt), von dort kam sie nach der Insel Majorka, woher auch der Name Majolika für Fayence stammt und im 13. Jahrhundert nach Italien, wo die Majolikaindustrie vom 15. Jahrhundert ab zu hoher Blüte sich entwickelte, mit dem 17. Jahrhundert aber abzunehmen begann. Die hauptsächlichsten Erzeugnisse dieser Zeit sind die Sculpturen des Luca della Robbia (gestorben 1481 zu Florenz). In Frankreich lässt sich die Fabrikation emaillirter Fayencen vorzugsweise auf die Erzeugnisse zurückführen, welche unter dem Namen der Palissy-Fayencen (nach Bernhard Palissy) auf uns gekommen und deren erstes Entstehen in die Mitte des 16. Jahrhunderts fällt. Das Eigenthümliche der Palissy-Fayencen, was dieselben zu den gesuchtesten Artikeln der keramischen Kunst macht, besteht darin, dass die Figuren und Ornamente stets *en relief* ausgeführt sind und colorirt erscheinen. Den grössten Anspruch auf Originalität haben Palissy's sogenannte *Pièces rustiques*, grosse Flachgefässe, auf welchen nach der Natur modellirte und in ihren natürlichen Farben staffirte Fische, Schlangen, Frösche, Krebse, Eidechsen, Muscheln und Vegetabilien mit künstlerischem Effect gruppirt sind. Die Masse der zu der Fayence zu rechnenden porösen Thonwaaren ist erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, von mehr oder weniger lockerem Gefüge und wenig oder nicht klingend. Sie besteht wesentlich aus plastischem Thone oder einem Gemenge von diesem mit gemeinem Töpferthone. Sie unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Töpfergeschirr ausser durch die Anwendung feinerer Materialien auch durch weit sorgfältigere mechanische Bearbeitung. Man unterscheidet feine weisse und gemeine emaillirte Fayence.

α) Die feine Fayence (Halbporcellan) besteht in der Masse wesentlich aus plastischem Thone, versetzt mit gemahlenem Quarz oder Feuerstein, mit feldspathigen Gemengtheilen. Die Gemengtheile der feinen Fayence sind so beschaffen, dass sich die Masse vollkommen oder fast weiss brennt; sie erhalten stets eine durchsichtige, farblose Glasur, so dass die Farbe der Geschirre die durch die Glasur hindurchgehende Farbe der Masse ist. Die Zusammensetzung der Glasur ist daher je nach der Natur der Masse und der Bestimmung des Geschirres eine sehr verschiedene.

β) Die gemeine emaillirte Fayence besteht der Masse nach aus einem Gemenge von Töpferthon oder plastischem Thon, Mergel oder Quarz und Quarzsand. Charakteristisch für ihre Masse ist ein Gehalt von 15—25 Proc. Kalk, der bei der niederen Temperatur, bei welcher die gemeine Fayence gebrannt wird, seine Kohlensäure nur zum Theil verliert. Die gemeine Fayence lässt sich daher leicht von anderen Thonarten dadurch unterscheiden, dass sie im gargebrannten Zustande, mit Säuren übergossen, aufbraust. Ihr Gefüge ist locker und erdig, ihre Farbe in Folge eines Eisenoxydgehaltes von 2—4 Proc. stark gelb, so dass die gemeine Fayence mit einer undurchsichtigen Glasur (einem Email), aus Zinnoxyd, Bleioxyd, Alkalien und Quarz bestehend, überzogen werden muss.

Zu den nicht glasirten thönernen Gefässen gehören die Kühlkrüge oder Alcarrazas; sie haben eine vasenähnliche Gestalt, sind gewöhnlich 0,5 Meter hoch und haben die Bestimmung, Flüssigkeiten, besonders Wasser,

abzukühlen. Füllt man ein solches Gefäss mit Wasser, so sickert ein Theil der Flüssigkeit durch die Poren der Wände und verdunstet an der äusseren Fläche. Die zur Verdunstung nöthige Wärme wird theilweise dem Wasser in dem Gefässe entzogen, wodurch die Temperatur desselben um mehrere Grade sinkt. Die Kühler sind in China, Persien, Syrien, Kleinasien und Aegypten ebenso allgemein als bei den orientalischen Seefahrern in Gebrauch. In Bengalen bereitet man Kühlgefässe aus dem Schlamme des Ganges.

Das gemeine Töpfergeschirr hat die Bestimmung, zu Zwecken der Kochkunst und der Haushaltung, namentlich den minder wohlhabenden Klassen zu dienen; es ist daher Wohlfeilheit die hauptsächlichste Rücksicht, die bei der Herstellung dieser Art Thonwaare zu nehmen ist. Aus diesem Umstande ergiebt sich, dass je nach den localen Verhältnissen ganz verschiedene Thonarten und zwar besonders diejenigen angewendet werden, die leicht und in der Nähe zu haben sind, daher die vorherrschende Benutzung von Töpferthon und Thonmergel, wo man nicht über bessere Thonsorten verfügen kann.

Für die sogenannte Weisstöpferei, welche die Herstellung von gewöhnlichem Küchengeschirr zur Aufgabe hat, wendet man gewöhnlich den gemeinen Töpferthon an, für die Brauntöpferei, zu welcher das Bunzlauer und Waldenburger Geschirr gehört, benutzt man dagegen einen ziemlich feuerbeständigen Thon. Die in der Natur vorkommenden Thonarten sind in der Regel zu fett, als dass sie allein und ohne Zusatz einer anderen Substanz zur Herstellung der Töpferwaare benutzt werden könnten. Man findet zwar zuweilen deren, die sich nach dem Durchtreten und Durcharbeiten im natürlichen Zustande verarbeiten lassen; diese Thone, die im Allgemeinen selten vorkommen, enthalten schon an und für sich Sand oder eine andere magere Substanz. Wo derartige Thone nicht vorkommen, ist man genöthigt, zu dem Thon Sand zu setzen, welcher den Zusammenhang der Thontheilchen unter einander verhindert. Ausser dem Sand wendet man hierzu an Feuerstein, Kreide, Charmotte und Steinkohlenasche. Das Töpfergeschirr wird auf der Drehscheibe geformt, der gedrehte Gegenstand wird von der Scheibe entfernt, lufttrocken gemacht und dann glasirt. Da die in Frage stehenden Thonwaaren theils in Folge der Leichtschmelzbarkeit ihrer Masse, theils auch zur Verminderung der Produktionskosten bei schwachem Feuer gebrannt werden, so muss die Glasur entsprechend leichtflüssig sein. Eine solche Substanz ist nun die Bleiglasur, ein Thonerde-Bleiglas, welches in den meisten Gegenden Deutschlands aus Bleiglanz (Glasurerz) und Lehm zusammengesetzt ist. Die Materialien werden auf einer Handmühle mit Steinen fein gemahlen und gemengt. Während des Brennens wird der Bleiglanz geröstet, der Schwefel entweicht als schweflige Säure, und das durch Rösten entstandene Bleioxyd tritt mit der Kieselerde und der Thonerde des Lehmes (oder eines Gemenges von Sand und Thon) zu kieselsaurer Bleioxyd-Thonerde zusammen.

Neuerdings hat man vielfach bleifreie Glasuren herzustellen versucht, so z. B. durch geeignete Anwendung von Wasserglas oder einem Gemisch davon mit Kalkborat.

Die mit Glasur versehenen Geschirre werden nun in den Brennofen eingesetzt und gebrannt. Der Ofen ist in den meisten Gegenden ein liegender, etwa $2^1/_4$—$2^3/_4$ Meter hoher, 7—10 Meter langer Flammenofen mit einem Tonnengewölbe. An dem einen Ende befindet sich der Feuerkasten, an dem andern der Schornstein. Die Feuerkammer ist von dem eigentlichen Ofen durch eine vielfach durchbrochene Mauer aus Ziegelsteinen getrennt. Die zu brennenden Geschirre werden ohne Kapseln der Einwirkung des Feuers ausgesetzt. Nach der Feuerung hin kommen die Geschirre auf fusshohe Unterlagen (Brennscherben), weiter nach einwärts stellt man sie auf die mit Sand bestreute Ofensohle. Zuerst macht man schwaches Feuer und verstärkt es nur allmälig. Das Vorfeuer währt 11—12 Stunden, das Scharffeuer 4—5 Stunden. Etwa 18—24 Stunden nach beendigtem Brennen können die gebrannten Geschirre aus dem Ofen entfernt werden.

Die Fabrikation der gebrannten Steine aus Thon beschäftigt sich mit der Herstellung von Backsteinen (Mauerziegel oder Barnsteine), Dachsteinen, Pflasterziegeln (Fliessen) etc. Nicht jeder Thon eignet sich zur Herstellung von vorstehenden Objecten, doch können gewisse Sorten, die an sich nicht dazu taugen, durch eine zweckmässige Zubereitung brauchbar gemacht werden. Obgleich man schon in den meisten Fällen aus der äusseren Beschaffenheit einer Thonart auf deren grössere oder geringere Anwendbarkeit zur Herstellung von Backsteinen einen Schluss ziehen kann, so ist es doch nothwendig, dass man Ziegel daraus formt und dieselben dann in einem bewährten Ziegelbrennofen brennt. Wo man die Wahl zwischen mehreren Thonarten hat, wird man natürlich stets jene wählen, welche dem Feuer am besten widersteht, die als nothwendig erscheinende Wohlfeilheit des Materials zwingt indessen die Fabrikanten von Backsteinen, häufig dasjenige Material zu wählen, das am leichtesten und billigsten zu beschaffen ist. Es lassen sich aus sehr verschieden zusammengesetzten Thonen, namentlich was ihren Gehalt an kohlensaurem Kalk betrifft, Backsteine von der erforderlichen Beschaffenheit herstellen, vorausgesetzt, dass man beim Brennen die zweckmässigste Temperatur anwendete. Ein Ziegelthon, welcher viel kohlensauren Kalk enthält, lässt sich zwar bei einer weit niedrigern Temperatur, demnach mit geringerem Brennstoffaufwand brennen; den so erhaltenen Steinen geht indessen die erforderliche Festigkeit und Dauerhaftigkeit ab.

Das Ausgraben des Thones aus den Thongruben erfolgt im Sommer oder Herbste, weil zu dieser Zeit der Thon meist weniger feucht und schwer und deshalb mit geringeren Kosten zu fördern ist. Der den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesene und wiederholt durchgearbeitete Thon wird nun eingesumpft. Zu diesem Zwecke bringt man denselben in Gruben und übergiesst ihn mit Wasser. Hier lässt man ihn mit Wasser sättigen und

rührt ihn wiederholt um, wobei man von Zeit zu Zeit Wasser hinzugiesst. Sobald der Thon gehörig weich geworden ist, beginnt man mit dem Durchtreten auf dem neben dem Sumpfe befindlichen, gedielten und mit Rändern eingefassten Tretplatz. Häufig wendet man hierzu auch Tretmaschinen an.

Das Streichen (oder Formen) der Ziegel (Backsteine) mit der Hand ist eine sehr einfache Arbeit. Man wendet hierzu Formen von Holz oder von Gusseisen an, welche aber wegen des Schwindens der Backsteine beim Trocknen und Brennen grösser sein müssen als die herzustellenden Steine. Das Formen der Ziegel mit Hülfe von Maschinen hat, wenn es von Vortheil sein soll, mehr und billigere Arbeit zu leisten, als durch Handarbeit geleistet werden kann. Alle Ziegelstreichmaschinen lassen sich auf folgende vier Arten von Maschinen zurückführen: 1) auf Maschinen, welche das Streichen der Ziegel mit der Hand nachahmen; 2) auf Maschinen, die das Formen durch eine ununterbrochene Kreisbewegung ausführen; 3) auf Maschinen, welche mit einer Form zum Ausstechen der Backsteine aus einem Thonkuchen versehen sind; 4) auf Maschinen, welche ein fortlaufendes Band aus Thon von einer Breite, die der Länge der Ziegelsteine entspricht, bilden und dieses Band mit Hülfe eines Messers oder eines Fadens in einzelne Theile zerschneiden. Pressziegel sind durch Pressen mittelst eines fast trockenen Thones hergestellt, dessen natürliche Feuchtigkeit mehr als hinreichend ist, um durch den starken Druck, welchem der Thon unterworfen wird, den erforderlichen Zusammenhang zu erzielen. Es werden dadurch weit dichtere Steine erzeugt, die man, weil sie mehr Festigkeit besitzen, weit dünner streichen kann als die gewöhnlichen Ziegelsteine.

Das Brennen der an der Luft getrockneten Backsteine oder Ziegel geht entweder in besonders dazu construirten Oefen (Brennöfen) oder in Feldöfen oder Meilern (Feldbrennerei) vor sich. Die bei uns üblichen Brennöfen sind entweder oben offen oder mit einem Gewölbe geschlossen, sie sind bald stehende, bald liegende Flammenöfen, sie sind theils auf Holz-, theils auf Torf- und Steinkohlenfeuerung eingerichtet. In neuerer Zeit haben sich die ringförmig gebauten Oefen (Ringöfen) zum Brennen der Backsteine fast allgemein Eingang verschafft. Bekannte Arten dieser Ringöfen sind die von Hoffmann und von P. Löff in Berlin. Diese Oefen bestehen aus einem im Grundriss ringförmigen, im Querschnitt beliebig geformten Ofenkanal, der zwar an verschiedenen Punkten von aussen zugänglich und beschickbar und an eben so vielen Punkten gegen einen im Centrum stehenden Schornstein verschliessbar, im Uebrigen aber frei ist.

Denkt man sich den Querschnitt des Ofenkanals mittelst eines Schiebers, der durch Falze eingesetzt wird, an irgend einer Stelle geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Rauchkanal geöffnet, alle übrigen Eingänge und Rauchkanäle aber geschlossen, und im Schornstein eine aufsteigende Luftsäule, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt und diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Rauchkanal (und den Rauchsammelkanal) in den Schornstein zu treten. Denkt man sich ferner den Ofenkanal mit den zu brennenden Kalksteinen gefüllt, und zwar der Art, dass der Luftzug in der ersten Hälfte des Kanals bereits fertig gebrannte, in der Abkühlung begriffene Steine durchstreicht demnächst das Feuer speist (welches durch Einstreuen des Brennmaterials in die glühenden Steinmassen von oben

unterhalten wird) und auf der letzten Hälfte des Ofenkanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Rauchkanal in den Schornstein zu entweichen, so ist es klar:

a) dass die in die offene Thür eindringende Luft auf dem ersten Theil ihres Laufes im Ofen, indem sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt, folglich

b) im Stande ist, den Effect des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgenden vollständigeren Verbrennung der Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während

c) die durch das Feuer unverbrannt streichende Luft, sowie die gasförmigen Verbrennungsprodukte, auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein (resp. Rauchsammelkanal) eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, dass nur eine kurze Brennzeit und eine verhältnissmässig geringe Menge Brennmaterial erforderlich ist, um sie vollständig gar zu brennen.

Da nun die der offenen Thür zunächst stehenden Steine am meisten abgekühlt, also zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluss des Ofens mittelst des Schiebers kann vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, diese Thür kann geöffnet, die vorhergehende geschlossen werden, und ebenso der nächste Rauchkanal geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und das Feuer vorwärts geschoben werden. Durch stetige Wiederholung dieses Vorganges macht das Feuer wiederkehrend die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet; um diese letzten beiden Manipulationen gleichzeitig vornehmen zu können, stehen die zwei ersten Thüren, die eine für das Ausziehen, die andere für das Einsetzen, zu gleicher Zeit offen.

Zur Fabrikation der Dachziegel bedarf man eines besseren und sorgfältiger zubereiteten Thones als zur Herstellung der Mauerziegel. Während man bei den letzteren das Material durch blosses Treten vorbereitet, wendet man bei den Dachziegeln gewöhnlich die Thonmühle an. In der Regel brennt man sie gleichzeitig mit den Mauersteinen, wobei erstere den obern Theil des Ofens einnehmen müssen, da sie ihrer geringeren Dicke wegen zum Backen keiner so hohen Temperatur bedürfen als die Backsteine. Die Fabrikation der Fliessen (Pflasterziegel oder Plattziegel) stimmt im Wesentlichen mit der der Dachziegel überein; man giebt ihnen durch Dämpfen mit grünem Erlenholz häufig einen angenehmen grauen Ton; die Fliessen sind von viereckiger oder sechseckiger Gestalt und zum Auspflastern der Fussböden in Küchen, Vorplätzen, Kellern u. s. w. bestimmt. Von den Dachziegeln sind folgende Sorten gebräuchlich: a) die Biberschwänze, platte, auf der einen schmalen platten Seite mit einer Nase versehene Dachziegel, die mit Hülfe der Nasen nebeneinander auf die Latten aufgehängt werden und auf diese Weise die platte Fläche des Daches bilden; b) die Blendsteine unterscheiden sich von den Biberschwänzen dadurch, dass sie keine Nase haben, mittelst welcher sie aufgehangen werden können, sondern mit Löchern zum Aufnageln versehen sind; c) die Kaff- oder Kappziegel, welche die Stelle der sogenannten Kappfenster vertreten und Licht und Luft auf den Boden des Hauses leiten sollen, sind von den Biberschwänzen dadurch unterschieden, dass sie bei gleicher Länge dreimal so breit sind und in der

Mitte eine Ausbauchung mit einer Oeffnung besitzen; d) die Hohlziegel, von der Gestalt eines halben hohlen abgekürzten Kegels oder eines halben hohlen Cylinders, werden in Forstziegel und in Kehlziegel unterschieden. Sonst wurden erstere zur Bedeckung ganzer Dächer gebraucht, gegenwärtig benutzt man sie nur noch zum Eindecken der Forste oder Firste.

Die Anwendung von hohlen Backsteinen (Hohlziegeln) ist gegenwärtig eine überaus ausgedehnte. Es werden auf Drainpressen durch geeignete Formen Steine hergestellt, welche die viereckige Gestalt und Grösse unserer gewöhnlichen Mauersteine haben und ihrer Länge nach von Oeffnungen durchlaufen werden. Für einzelne Anwendungen fabricirt man Steine, bei denen die Oeffnungen die Steine nicht nach der Länge, sondern nach der Quere durchlaufen.

Die feuerfesten Steine oder Charmottesteine werden anstatt der gewöhnlichen Backsteine zur Construction aller solchen Feueranlagen angewendet, wo diese schmelzen würden. Man stellt dieselben aus einem feuerbeständigen, an Kiesel- und Thonerde reichen, aber an Kalk, Eisenoxydul und Alkalien armen Thone her. Um dessen Strengflüssigkeit zu steigern und das Schwinden und Rissigwerden beim Brennen zu verhindern, mischt man den Thon mit schon gebranntem Thon (Charmotte), Sand, Kohle, Koks u. s. w. Ausserdem müssen die feuerfesten Steine starken Abwechselungen der Temperatur widerstehen und hinreichend fest sein, um einen starken Druck auszuhalten. Man fertigt aus der Masse für feuerfeste Steine nicht nur Steine, sondern auch Futter für Oefen in Kreissegmenten, Platten, Kapseln für Porcellan und Steingut, Muffeln für das Einbrennen von Porcellanfarben, Beschläge in Fabriköfen, Röhren zum Ausfüttern von Schornsteinen (als Schutz gegen Feuersgefahr), Gasretorten, Kaminsimse, Badewannen, Blumengefässe, Abtrittsröhren, Waterclosets, Viehtröge, hohle Platten zur Herstellung von Isolirschichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit bei Bauten etc.

Die Thonröhren dienen theils als Wasserleitungsröhren, theils zur Anlage unterirdischer Wasserabzüge auf nassen Grundstücken (die sogenannten Drains). Die in letzter Hinsicht angewendeten Röhren heissen Drainröhren. Gewöhnlicher Ziegelthon lässt sich zur Fabrikation der Drainröhren verwenden, doch muss er besonders sorgfältig zubereitet werden. Man muss den Thon schon vor Winter auswerfen, gut durcharbeiten und von allen Klumpen, Steinen und andern fremden Stoffen befreien. Die Herstellung der Röhren geschieht auf den Drainröhrenpressen, deren Construction leicht zu verstehen ist. Wird Thonbrei aus einem damit gefüllten Behälter, mittelst eines Stempels, durch eine kreisrunde Oeffnung herausgepresst, in deren Mittelpunkt concentrisch ein etwas kleinerer Pfropf feststehend angebracht ist, so erhält, dem ringförmigen Durchgangsraume entsprechend, der hervortretende Thonkörper die Gestalt einer Röhre. Die Bewegung des Stempels wird durch eine Schraube, durch Räderwerk und Zahnstange, durch eine hydraulische Presse oder durch Dampfdruck zuwegegebracht. Das Austreten der Thonröhren findet entweder in horizontaler oder in verticaler Richtung (von oben nach unten) statt. Letztere erfordert natürlich eine durch ihre Höhe unbequeme Bauart der Maschine, eignet sich aber für Thonröhren von grösserer Dimension, weil das weiche Rohr in horizontaler Lage durch sein eigenes Gewicht sich plattdrückt.

Von den Schmelztiegeln verlangt man, dass sie einer hohen Tem-

peratur ohne Schmelzung oder Sinterung widerstehen; schroffe Temperaturwechsel aushalten, ohne zu reissen; und der Einwirkung der Asche und in gewissen Fällen auch Substanzen widerstehen, welche als Flussmittel wirken, z. B. Bleiglätte u. dergl. Sie sind meist aus Thon und Graphit, zuweilen aus Kohle, Speckstein, Thonerde u. s. w. Unter ihnen sind die bekanntesten die hessischen, die Charmottetiegel und die Graphittiegel. Die hessischen oder Almeroder Tiegel werden aus 1 Th. Thon (von 71 Th. Kieselerde, 25 Th. Thonerde und 4 Th. Eisenoxyd) und $^1/_3$—$^1/_2$ des Gewichtes Quarzsand angefertigt. Sie sind feuerfest, vertragen ohne zu bersten schnellen Temperaturwechsel und sind zuweilen bei chemischen Operationen anwendbar; zu manchen aber sind sie zu porös und ihr Korn zu grob. Wegen ihres grossen Kieselgehaltes werden dieselben auch von Alkalien, Bleioxyd u. dergl. durchlöchert. Auch eignen sie sich wegen ihres groben Kornes nicht zu Operationen, wo wie z. B. bei dem Schmelzen edler Metalle die Produkte sorgfältig gesammelt werden müssen. Die Charmottetiegel bestehen aus Thon, der mit Quarzsand, Charmotte und ähnlichen Körpern versetzt ist. Die Graphittiegel werden aus 1 Th. feuerbeständigem Thone und 3—4 Th. natürlichem Graphit (einem Gemenge von Thon und Graphit) angefertigt.

Der Kalk.

Der Kalk gehört in seiner Verbindung mit Kohlensäure als kohlensaurer Kalk oder Calciumcarbonat $CaCO_3$ zu den in der Natur am häufigsten vorkommenden Körpern. Diese Substanz findet sich in allen drei Naturreichen, sie macht einen Bestandtheil der Knochen der Wirbelthiere aus, sie bildet ferner die Hauptmasse der Schalen der Mollusken, Strahlthiere und den kalkigen Ueberzug vieler Wassergewächse, z. B. der aus der Gattung Chara. In der grössten Menge kommt sie jedoch im Mineralreiche als körniger Kalk (Urkalk), Marmor, Kalkspath, Arragonit, Kreide und Kalkstein vor. Technische Anwendung finden im unveränderten Zustande von diesen Mineralien der Marmor zu Bildhauerarbeiten und in den Fabriken künstlicher Mineralwässer zum Entwickeln von Kohlensäure, der Kalkspath zum Ausbringen der Metalle aus ihren Erzen auf Schmelzhütten, der Doppelspath, eine Varietät des Kalkspathes, bei gewissen optischen Instrumenten, die Kreide als Farbe- und Schreibmaterial, in der Sodafabrikation, zur Darstellung von hydraulischem Mörtel und als Bau- und Pflastermaterial. Der dichte Kalkstein, welcher nach seinem geologischen Vorkommen als Uebergangskalk, Alpenkalk, Muschelkalk, Liaskalk, Jurakalk etc. unterschieden wird, ist häufig mit Thon, Eisen- und anderen Metalloxyden gemischt und deshalb sehr verschieden gefärbt. Der lithographische Stein

ist ein gelblichweisser, schiefriger Kalkstein, der zu Solenhofen und Pappenheim in Bayern vorkommt, und wie es schon sein Name andeutet, zur Lithographie angewendet wird. Ein mit organischen Substanzen — wahrscheinlich Rückständen zerstörter thierischer Organe — gemengter Kalk ist der Stinkstein, der beim Reiben oder Schlagen einen bituminösen Geruch entwickelt. Er ist gewöhnlich von rauchgrauer Farbe. Die Kreide oder der erdige kohlensaure Kalk bildet ausgedehnte, mächtige Lager im nördlichen Deutschland, in England, Dänemark und Frankreich. Mit kohlensaurer Magnesia bildet der kohlensaure Kalk den Bitterspath oder Dolomit ($CaCO_3 + MgCO_3$); im letzteren Mineral, dem Dolomit, kann der Magnesiagehalt so steigen, dass drei Moleküle desselben auf ein Molekül kohlensauren Kalk vorhanden sind.

Der kohlensaure Kalk, gleichviel in welcher Form, ist im reinen Wasser nicht, wol aber im kohlensäurehaltigen löslich, indem sich doppeltkohlensaurer Kalk (Calciumbicarbonat) bildet. Wenn diese Lösung durch Verdunsten die Hälfte ihrer Kohlensäure verliert, so setzt sich der nun dadurch unlöslich gewordene kohlensaure Kalk wieder ab und erhält, je nach der dabei annehmenden Form, verschiedene Namen. Der sich absetzende kohlensaure Kalk erscheint häufig in den sogenannten Tropfsteinhöhlen in krystallinischen Zapfen (Stalaktiten und Stalagmiten). Kalksinter wird der krystallinisch blättrige Ueberzug genannt, der als kalkige Inkrustation vorkommende Kalktuff. Erhitzt man kohlensauren Kalk bei nicht abgeschlossener Luft, so wird die Kohlensäure ausgetrieben und es bleibt Aetzkalk (CaO) oder gebrannter Kalk zurück. 100 Th. kohlensaurer Kalk geben 56 Th. gebrannten Kalk. Das Volumen des Kalkes erleidet beim Brennen keine Verminderung. Das Brennen des Kalkes geschieht a) in Meilern, b) in Feldöfen, c) in Kalköfen.

In Meilern geschieht das Brennen auf die Weise, dass man die Kalksteine, ohne sie vorher in kleinere Stücke zu zerschlagen, in Haufen schichtet und dieselben ähnlich wie bei der Meilerverkohlung des Holzes behandelt. Der Meiler wird mit Erde oder Rasen bedeckt und das Feuer so geleitet, dass die grossen Kalkstücke auch im Innern gehörig gebrannt sind. In den Feldöfen, den Meilern ähnlich, stellt man die grössern Stücke des zu brennenden Kalkes so zusammen, dass sie eine Zündgasse bilden und schüttet die kleinen Stücke auf die grössern. Es ist leicht einzusehen, dass das Brennen des Kalkes in Meilern und in Feldöfen nur in den wenigsten Fällen Anwendung finden kann. Man bedient sich daher zum Brennen des Kalkes fast überall besonders zu diesem Zwecke construirter Oefen, der Kalköfen. Die Gestalt der Oefen ist eine sehr verschiedene. Meist sind sie cylindrisch oder eiförmig. Die Oefen mit unterbrochenem Gange lässt man nach beendigtem Brennen erkalten, um den Kalk auszuziehen, in den continuirlichen Oefen geht das Brennen ununterbrochen fort, da die Construction des Ofens ein Ausziehen des gebrannten Kalkes und ein fortwährendes Nachfüllen von frischem Kalke gestattet. Die continuirlichen Oefen zerfallen wieder in solche, in welchen Brennmaterial und Kalkstein gemischt, und in solche, in welchen diese Ma-

terialien geschieden sind. Haben auch die continuirlichen Oefen ihre grossen Vorzüge besonders hinsichtlich der Ersparung an Brennmaterial, so sind sie doch nur an solchen Orten zu empfehlen, wo der fortdauernde Absatz des gebrannten Kalkes ein gesicherter ist. An kleinen Orten, wo nicht regelmässig immerfort gebrannt werden kann, neigt sich der Vorzug auf die Seite der kleinen compendiösen periodischen Oefen.

Wenn es die Localität gestattet, richtet man zuweilen Oefen mit doppelter Benutzung ein, so giebt es Kalköfen, in welchen zu gleicher Zeit Backsteine mit gebrannt werden können; ferner benutzt man die aus der Gicht des Hochofens entweichenden Gase, endlich auch die Wärme aus den Koksöfen zum Kalkbrennen. Seit einigen Jahren findet der Ringofen von Hoffmann und Licht zum Brennen von Kalk (Cäment und Backsteinen) immer mehr Anwendung.

Die Nebenbestandtheile des rohen Kalksteins sind auf die Eigenschaften des gebrannten Kalksteins von grossem Einflusse. War der angewendete Kalkstein ziemlich reiner kohlensaurer Kalk, so erhitzt er sich beim Uebergiessen mit Wasser bedeutend und bildet damit einen fetten Brei. Solchen Kalkstein nennt man fetten Kalk. In dem Grade aber, als der Kalkstein magnesiahaltig wird, wird der nach dem Uebergiessen mit Wasser entstehende Brei kürzer; einen solchen magnesiahaltigen Kalk nennt man magern Kalk. Bei einem Magnesiagehalt von 10 Proc. ist das Magerwerden schon deutlich zu bemerken, bei 25—30 Proc. ist der Kalk bereits unbrauchbar. Der Kalk ist, so wie er aus dem Kalkofen kommt, nicht gleichmässig gar gebrannt, einzelne Stücke wurden zu wenig erhitzt und halten in der Mitte noch einen Kern von rohem Kalkstein (sie sind nur ausgebrannt), andere Stücke haben dagegen eine zu starke Erhitzung erlitten und heissen dann todtgebrannt. Wird gebrannter Kalk mit Wasser übergossen, so nehmen 100 Th. Kalk ungefähr 32 Th. Wasser auf, oder dem Volumen von 3 Vol. Kalk und 1 Vol. Wasser, der Kalk erhitzt sich dabei bis auf 150° und zerfällt endlich zu einem vollkommen weissen Pulver, welches ein dreimal grösseres Volumen einnimmt als der Kalkstein vorher. Die Ueberführung des gebrannten Kalkes durch Wasser in eine breiartige Masse heisst das Löschen des Kalkes. Nachdem der Kalk mit der dreifachen Gewichtsmenge Wasser gelöscht worden ist, verdünnt man ihn mit einer gleichen Menge Wasser, sumpft ihn ein, d. h. man lässt ihn in die Kalkgrube ablaufen, deren Wände genügend porös sein müssen, um ein schnelles Durchsickern des überschüssig zugesetzten Wassers zu gestatten. Das Einsumpfen bietet mehrere Vortheile, einmal wird der Kalkbrei mit der Zeit noch fetter und speckiger, indem die in dem frischgelöschten Kalke immer noch sich findenden unaufgeschlossenen Theile durch die Einwirkung des Wassers mit der Zeit sich zertheilen, das andere Mal kann man den Kalkbrei längere Zeit in diesen Gruben aufbewahren, ohne dass Bildung von kohlensaurem Kalk eintritt. Das Einsumpfen hat aber noch einen weiteren Nutzen: indem nämlich durch das in den Boden abziehende Wasser ein Auslaugen des Kalkes stattfindet, werden die Salze der Alkalien, die immer in kleiner Menge in den Kalksteinen vorkommen, entfernt und dadurch ein Auswittern derselben aus den später damit aufgeführten Mauern verhütet.

Der gelöschte Kalk (Kalkhydrat, Calciumhydroxyd, $Ca(OH)_2$) hält das Wasser mit solcher Hartnäckigkeit zurück, dass bei 250—300° noch kein Gewichtsverlust stattfindet. In Wasser fein zertheiltes Kalkhydrat bildet

den Kalkbrei, welcher mit Wasser verdünnt die Kalkmilch liefert. Letztere giebt durch Filtriren das Kalkwasser, eine gesättigte Lösung von Kalk in Wasser, welche auf 500—700 Th. Wasser 1 Th. Kalkhydrat enthält. An der Luft absorbirt der Kalk nach und nach Kohlensäure.

Die Anwendung des gebrannten Kalkes ist eine überaus mannichfache und gründet sich in allen Fällen darauf, dass der Kalk eine starke Base ist, welche überall und wohlfeil erhalten werden kann. Seiner grossen Verwandtschaft zur Kohlensäure wegen wird er zur Darstellung des Aetzkalis und Aetznatrons aus den kohlensauren Alkalien verwendet. Der gelöschte Kalk dient ferner zur Darstellung des Ammoniaks aus dem Salmiak, des Chlorkalks, zum Reinigen des Leuchtgases von Kohlensäure und theilweise auch von Schwefelwasserstoffgas, zum Einkalken des Getreides vor dem Säen, zur Raffination des Zuckers und zur Gewinnung des Zuckers aus dem Rübensafte, in der Sodafabrikation zum Zersetzen des Glaubersalzes (unter Mitwirkung von Kohle), in der Gerberei zum Enthaaren und Vorbereiten der Häute, in der Bleicherei zum Bäuchen der Baumwollgewebe, in der Färberei zur Bereitung der Indigküpen, als Zusatz zum Glase, in der Fabrikation der Stearin- und Palmitinkerzen, zur Fabrikation von Alaun aus Kryolith, bei der Bereitung von Stärkezucker (zur Neutralisation der Schwefelsäure), zur Herstellung von Kitt mit Caseïn, als Polirmittel und bei der Ausbringung der Metalle als schlackebildender Zusatz. Die Eigenschaft des Kalkes, vor dem Knallgasgebläse (einem mit einem Gemenge von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff gespeisten Gebläse) ausserordentlich lebhaft zu leuchten, benutzt man als Signallicht auf Leuchtthürmen, bei geodätischen Operationen, zum Beleuchten der Objecte unter dem Mikroskop u. s. w. Die wichtigste Anwendung des Kalkes ist die zur Bereitung von Mörtel.

Der Mörtel.

Unter Mörtel oder Speise versteht man mit Sand oder mit einem sandartigen Zusatze gemengten Kalkbrei, welcher theils zur Vereinigung von Bausteinen, theils als Abputz dient. Der gewöhnliche Mörtel heisst Luftmörtel, der unter Wasser erhärtende und daher zu Wasserbauten sich eignende Mörtel wird hydraulischer Mörtel oder Wassermörtel genannt.

Luftmörtel. Wenn gelöschter Kalk an der Luft sich selbst überlassen bleibt, so trocknet er nach und nach unter Kohlensäureabsorption aus, wobei er stark schwindet und viele Risse bekommt. Wird hierbei die Luft abgehalten und zugleich ein angemessener Druck angebracht, so erlangt das Kalkhydrat nach dem Trocknen Marmorhärte. Das Kalkhydrat wäre demnach schon für sich geeignet, die Bausteine zu verbinden, wenn sie ebene Flächen hätten. Da die Bausteine aber auf ihrer Oberfläche sehr grosse Unebenheiten haben, welche zum Verschwinden gebracht werden müssen, so wären dicke Lagen von Kalkbrei anzubringen, die beim Austrocknen schwin-

den und Klüfte bekommen würden. Um Letzterem vorzubeugen, um ferner den Verbrauch an Kalk zu verringern, versetzt man den Kalkbrei mit Sand und ähnlichen Körpern, die mit ihm ein festes Conglomerat, zum Theil unter Umständen auch eine chemische Verbindung bilden, die mit den Bausteinen ein Ganzes bildet.

Man bereitet den Luftmörtel gewöhnlich mit dem bereits eingesumpften gelöschten Kalke, der, wenn es erforderlich erscheint, unter Zusatz von Wasser mit dem Sande innig vermengt wird, so dass in dem entstehenden Mörtel keine Kalkklümpchen mehr wahrgenommen werden können. Als Zuschlag verwendet man zu Mörtel nur Sand. Das Verhältniss des Sandes zum Kalke ist für die Qualität und den Grad des Erhärtens des herzustellenden Mörtels von der grössten Wichtigkeit. In der Praxis rechnet man auf 1 Kubikmeter steifen Kalkbrei (aus fettem Kalke) 3—4 Kubikmeter Sand, bei magerem, magnesiahaltigem Kalke nimmt man auf eine gleiche Quantität 1—$2^1/_2$ Kubikmeter Sand, weil die fremden Gemengtheile darin sich schon selbst wie Sand verhalten. Soll der so bereitete Mörtel zur Verbindung der Mauersteine oder Backsteine angewendet werden, so befeuchtet man die Oberfläche der porösen Steine, um der Absorption der Feuchtigkeit des Mörtels vorzubeugen und wirft den Mörtel mit einer Kelle darauf. Der Mörtel wird im Ueberschusse angewendet, um alle Zwischenräume auszufüllen, dann drückt man die neuen Steine auf die bereits festliegenden und nöthigt so den überschüssigen Mörtel, herauszudringen.

Die Erhärtung des Mörtels, obgleich schon nach einigen Tagen genügend, um einer Mauer eine gewisse Festigkeit zu ertheilen, geschieht so allmälig, dass sie nach vielen Jahrhunderten noch nicht ihr Maximum erreicht hat. Was die Theorie der Erhärtung des Mörtels an der Luft betrifft, so haben sich darüber mehrere Ansichten geltend zu machen gesucht. Dass das Austrocknen allein nicht der Grund des Erhärtens sein kann, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man den Luftmörtel im Wasserbade oder über der Lampe austrocknet; das Resultat des Trocknens ist keineswegs eine steinartige, sondern eine bröcklige, leicht zerreibliche Masse. Der Mörtel kann aber nur binden, wenn er eine steinartige Masse bildet. Nach einer andern Ansicht soll das Erhärten des Mörtels davon herrühren, dass sich ein Theil der Kieselerde des Sandes, indem dieselbe durch die Einwirkung des Kalkes in gallertartige Kieselsäure verwandelt wird, mit dem Kalk zu kieselsaurem Kalke verbindet. Diese Umwandelung des Quarzsandes in lösliche Kieselerde durch fortgesetzte Einwirkung von Kalk ist jedoch für die Erhärtung nur von untergeordnetem Werthe, da Kalksand und geschlämmte Kreide anstatt des Kieselsandes als Zuschlag zum Mörtel angewendet, eine ebenso steinharte Masse bildet. Auch ist nicht zu vergessen, dass der Uebergang von festem Mörtel nur nach und nach und stets in zwei Stadien erfolgt. In dem ersten Stadium findet der Uebergang von dem breiigen in den festen

Zustand statt (das Anziehen oder Binden), in dem zweiten Stadium geht das steinige Erhärten der weichen mit dem Nagel noch ritzbaren Masse vor sich. Nach den (1870) von W. Wolters ausgeführten Untersuchungen und den von früheren Forschern (namentlich W. Michaëlis) erhaltenen Resultaten lassen sich die Vorgänge beim Erhärten des der Luft ausgesetzten Mörtels so ziemlich übersehen. Zu Anfang verliert der Mörtel nur Wasser. Durch dieses Trocknen gelangen nach und nach die Kalktheilchen in die Sphäre ihrer Adhäsion und haften dadurch an einander. Man sagt dann, der Mörtel „habe angezogen". Die Absorption von atmosphärischer Kohlensäure, bis dahin schwach nur und oberflächlich, wird intensiver und die Festigkeit und Härte nimmt in gleichem Maasse zu. Das Ende des Austrocknens ist zugleich das der vollendeten Kohlensäuerung und der Zeitpunkt der erreichten Steinhärte. In diesem Stadium besteht die Funktion der Kohlensäure darin, dass sie die noch getrennten aber aneinander adhärirenden und in unmittelbarer Berührung befindlichen Theilchen des Calciumhydroxydes zu einer einzigen zusammenhängenden Masse von Calciumcarbonat verschmilzt. Die entschiedene Adhäsion dieses Carbonates an die Bausteine und den Mörtelsand ist ein zweiter fördernder Factor der Verkittung einestheils der Calciumhydroxydmoleküle zu einer steinharten Masse von Carbonat, anderntheils des Carbonates mit dem beigemengten Sand und den Bausteinen. Das Steinhartwerden des Mörtels ist also die Folge zunächst eines mechanischen Vorganges, wodurch die Kalkmoleküle in unmittelbare Berührung gebracht werden, dann eines chemischen Processes, der Kohlensäuerung, welche die nahe aneinander gerückten Theilchen zu einem Ganzen verkittet. Als ergänzendes Moment mag die mit der Zeit, obwol immerhin schwach stattfindende Aufschliessung des Quarzsandes unter Bildung von Calciumsilicat wirken. Die Kohlensäuerung vollzieht sich nur allmälig, bei dicken Mauern vielleicht vollständig erst im Laufe von Jahrhunderten. Es ist daher nichts Seltenes, dass man bei der Analyse von altem Luftmörtel aus dem Innern von Mauern noch Aetzkalk findet.

Hydraulischer Mörtel. Gewisse Kalksteine haben, wenn sie mehr als 10 Proc. Kieselerde enthalten, die Eigenschaft, nach dem Brennen mit Wasser einen magern Brei zu geben, welcher unter dem Einflusse des Wassers nach längerer oder kürzerer Zeit erhärtet. Man nennt solche Kalksteine hydraulischen Kalk und verwendet ihn zur Herstellung des hydraulischen Mörtels oder Wassermörtels. Im ungebrannten Zustande sind die hydraulischen Kalke Gemenge von kohlensaurem Kalk mit Kieselerde oder einem Silicat, meist und wesentlich Thonsilicat, welches letztere in Salzsäure unlöslich ist und durch dieselbe nicht aufgeschlossen wird. Durch das Brennen erleidet der hydraulische Kalk dieselbe Veränderung, die ein in Säuren unlösliches Silicat erleidet, wenn dasselbe durch Erhitzen mit kohlensauren Alkalien aufgeschlossen wird; der hydraulische Kalk wird durch das Brennen in Salzsäure zum grossen Theile löslich und verliert seine Kohlensäure.

Man stellt den hydraulischen Mörtel dar, indem man entweder

1) hydraulischen Kalk mit Wasser zu einem Brei macht und Sand zusetzt; oder
2) gewöhnlichen Kalkbrei aus Luftkalk mit Wasser und Cäment mengt.

Beim Löschen des hydraulischen Kalkes wird das Wasser absorbirt, ohne dass bedeutende Wärmeentwickelung und Volumenvergrösserung stattfindet. Die Verwendung des hydraulischen Mörtels geschieht auf dieselbe Weise wie die des Luftmörtels, nur muss der Kalkbrei frisch bereitet angewendet, die Steinflächen aber gehörig benetzt und das Mauerwerk feucht erhalten werden. Je fester und dichter der Mörtel beim Vermauern angedrückt wird, desto fester wird beim nachherigen Erhärten seine Consistenz; wird er dagegen nur locker aufgetragen, so wird durch Eindringen des Wassers der Zusammenhang geschwächt, so dass auch beim nachfolgenden Erhärten nur eine weniger dichte Masse entsteht. Aus dem Vorstehenden folgt, dass man, indem dem gewöhnlichen Kalk durch geeigneten Zusatz aufgeschlossene Kieselsäure zugeführt wird, hydraulischen Mörtel künstlich erzeugen kann. Solche Zusätze oder Zuschläge nennt man Cämente (Cemente). In Bezug auf ihren Ursprung lassen sich dieselben eintheilen 1) in natürliche Cämente, welche, ohne dass sie gebrannt zu werden brauchen, in dem Zustande, wie sie sich finden (sie sind nämlich durch vulkanische Hitze bereits gebrannt), zur Herstellung von Wassermörtel gebraucht werden können, und 2) in künstliche Cämente, welche vorher durch Brennen aufgeschlossen werden müssen und dadurch erst in Cämente übergehen. Die natürlichen Cämente sind, wie oben bemerkt, durch vulkanische Processe aufgeschlossen worden; zu ihnen gehören der Duckstein oder Trass, die Puzzuolane und das Santorin.

Der Trass oder Duckstein ist eine Art Trachyttuff, welcher in bedeutenden Mengen im Brohl- und Nettethal, unfern Andernach, angetroffen wird. Der Trass ist wesentlich nicht anderes als zertrümmerter und zerriebener Bimsstein, welchen die vielen vulkanischen Kegelberge der Rheinufer lieferten. Die Puzzuolane (Puzzuolanerde) ist ein dem Trass verwandter Körper, welcher bei Puzzuoli bei Neapel, dem Puteoli der Alten, vorkommt; sie findet sich ferner in Hügeln von ziemlicher Ausdehnung an der südwestlichen Seite der Apenninenkette, in der Gegend von Rom bis gegen die pontinischen Sümpfe und Viterbo. Sie bildet eine lockere, graue oder gelblichbraune, matte Masse, von theils feinkörnigem, theils erdigem Bruche. Das Santorin ist ein von den griechischen Inseln Santorin (auch St. Erini, nach der Schutzpatronin des Eilandes, der heiligen Irene), Therasia und Asprosini stammender, an der Küste von Dalmatien häufig zu Wasserbauten angewendeter natürlicher Cäment, welcher mit dem Trass den vulkanischen Ursprung und das äussere Ansehen gemein hat. Nach den Untersuchungen von G. Feichtinger (1870) ist die Santorinerde als ein Gemenge von Cäment und Sand zu betrachten. Das Cäment ist der fein abschlämmbare Theil, der Sand besteht aus Bimsstein- und Obsidianstückchen. Nur dem feinen Pulver, d. i. der in grosser Menge darin sich findenden amorphen Kieselerde verdankt die Santorinerde ihre Wirksamkeit als Cäment.

Das seltene Vorkommen und der hohe Preis der natürlichen Cämente gab die Veranlassung, dass man an ihre Stelle ein wohlfeileres Material, die

künstlichen Cämente zu setzen suchte. So versuchte man durch Brennen der nierenförmigen Massen, die sich in der über der Kreide liegenden Thonschicht an den Ufern der Themse, auf den Inseln Sheppey, Whigt u. s. w. finden, ein Cäment darzustellen. Der so dargestellte Cäment führt den Namen englischer oder römischer Cäment (Roman-Cäment). Die Thonnieren werden in einem gewöhnlichen Ofen, wie man sich deren zum Kalkbrennen überhaupt bedient, bei einer Temperatur gebrannt, welche fast hinreicht, sie zu verglasen, und dann auf einer Mühle feingepulvert. Das Pulver wird nach dem Beuteln in Fässer verpackt. Er lässt sich ohne weiteren Zusatz als hydraulischer Mörtel verwenden und erhärtet in 15—20 Minuten.

Die Fabrikation des Portland-Cäments geschieht gewöhnlich auf die Weise, dass man die innige Mischung der Rohmaterialien (Kalkstein und Thon) in Stücke gleicher Höhe (Backsteine), ferner dieselben erst lufttrocken werden lässt und dann in Schachtöfen brennt. Die Schachtöfen haben eine Höhe von 14—30 Meter und eine lichte Schachtweite von 2,3 bis 4 Meter. In einer Höhe von 1—1,3 Meter über dem Erdboden liegt ein entsprechend starker Rost, dessen Stäbe sich nach beendetem Brande gänzlich entfernen lassen. Die mehr oder minder gesinterte Masse gleitet beim Erkalten theils freiwillig nieder, theils wird das Fallen derselben mit Brechstangen befördert. Die Oefen werden solchergestalt beschickt, dass je eine Lage Brennmaterial und eine Lage Cämentsteine abwechseln. Als Brennmaterial wählt man in der Regel Koks. Für jedes Material ist die geeignete Weissglühhitze durch Versuche zu erproben; zu stark gebranntes Cäment bindet mit Wasser gar nicht mehr; die Farbenveränderungen, welche im Feuer vor sich gehen, können einen wesentlichen Anhalt über die beim Brennen innezuhaltenden Grenzen darbieten. Bei lebhafter, ungefähr eine Stunde lang anhaltender Rothgluth hat zwar der Kalk bereits aufschliessend auf den Thon gewirkt und die Masse besitzt eine hellgelbbraune Farbe, aber ihre Erhärtungsfähigkeit ist nur gering, sie erhitzt sich stark mit Wasser und zerfällt an der Luft wie gewöhnlicher Aetzkalk. Mit steigender Temperatur wird die Masse immer dunkler braun; ihre Beständigkeit an der Luft wächst mit ihrer Erhärtungsfähigkeit; ihre Erhitzung mit Wasser nimmt ab; Beweise, dass der beim Brennen aus dem Kalkstein zunächst entstehende ätzende Kalk mehr und mehr in chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Silicates tritt. Mit Weissglut wird die Masse grau, nimmt einen Stich in's Grüne (von einer Calcium-Ferrat- oder Silicatbildung) an, welcher wiederum mit der Temperatur zunimmt. Bis jetzt hat noch immer die Güte und Erhärtungsfähigkeit des Cäments zugenommen; denn die Härte und Widerstandsfähigkeit des angemachten Cäments steht, innerhalb der zulässigen Grenzen, mit der Dichtigkeit des gebrannten Cämentes in geradem Verhältnisse. Nimmt die Intensität des Feuers noch weiter zu, so tritt an die Stelle der grüngrauen eine blaugraue Färbung und dann wird das Cäment schon untauglich. Bei noch weiterer Steigerung der Temperatur wird die Masse immer dichter, man könnte sagen basaltischer und zuletzt geht sie in den Zustand vollkommener Schmelzung über und wird obsidianartig. Im ersten Stadium giebt die Masse ein helles gelbbraunes, lockeres Pulver; im zweiten, dem Normalstadium ein graues scharfes Pulver, mit einem Stich in's Grüne, im dritten ist das Pulver entschieden bleigrau, während das letzte, das verglaste Cäment, ein helles, weissgraues, äusserst scharfes Pulver giebt, wie wir

es an Gläsern erkennen. Man hat also sein Augenmerk darauf zu richten, dass durchweg die bimssteinartige grüngraue Masse erzeugt werde; dass man möglichst wenig gelbbraune Stücke einerseits und so wenig als möglich blaugraue und verglaste Partien andererseits erhalte. Die Stücke sollen gut „stehen“, das heisst im gebrannten Zustande nach dem Erkalten nicht zerfallen. Dieses spontane Zerfallen tritt ein beim blaugrauen, todtgebrannten, aber auch beim ganz normal gebrannten Cäment; in diesem Falle liegt die Ursache in der chemischen Zusammensetzung allein. Je kalkhaltiger (basischer) die Mischung ist, desto sicherer lässt sich das Cäment normal brennen und desto weniger zerfällt es nach dem Brande; thonreiche Mischungen zerfallen je nach ihrer Zusammensetzung mehr oder weniger stark, oft total. Das zerfallene Cäment stellt, wenn von normal gebrannter Masse herrührend, ein äusserst feines hellbraunes Pulver dar; todtgebranntes blaues Cäment giebt ein ebenso feines blaugraues Pulver. Nach Michaëlis lässt sich durch Zusatz von Kalk oder Alkalien das Zerfallen des Cäments verhüten, wenn sonst nicht durch zu scharfes Brennen die erwähnten blaugrauen Massen erzeugt werden. In der Praxis kann aber aus ökonomischen Gründen nur an einen Kalkzusatz gedacht werden. Je feiner Thon und Kalkstein gemischt werden, desto höher kann man unbeschadet mit dem Kalkgehalte gehen; ja alsdann ist ein möglichst hoher Kalkgehalt von grösstem Nutzen, weil er vorzüglich gute Brände zur Folge hat. Nichts ist aber gefährlicher, als bei schlechter mechanischer Mischung den Kalkgehalt zu steigern; alsdann wird man nämlich anstatt einen Fehler (das Zerfallen) zu beseitigen, nur noch einen andern Nachtheil (das Treiben und Reissen) hinzufügen. Auf innigste Mischung der Rohmaterialien ist daher in jeder Hinsicht das grösste Gewicht zu legen. Die kalkreicheren Cämente ziehen langsamer an, aber erhärten vorzüglicher. Von dem Momente der Erstarrung an erhärtet das Cäment zunehmend sowol an der Luft, wie im Wasser. An der Luft ohne jeden Substanzverlust; unter Wasser wird es zunächst nicht unbeträchtlich angegriffen, da es in Wasser nicht unlöslich ist. Vor Allem aber werden durch Wasser die Alkalien extrahirt. Zum Brennen des Portland-Cämentes dient jetzt häufig der Ringofen (vergl. Seite 209). Das getrocknete Cäment wird vor seiner Verwendung noch zu feinem Pulver gemahlen, und vor seiner Verwendung einige Zeit abgelagert, da durch das Ablagern die Natur des Produktes verbessert und der Werth desselben erhöht wird.

Das Portland-Cäment fängt, mit Wasser zu einem Brei angerührt, schon nach einigen Minuten an, zu erstarren, nach einigen Tagen besitzt es schon eine ziemliche Härte, die nach einigen Monaten einen solchen Grad erreicht, dass es beim Anschlag mit einem harten Körper wie gebrannter Thon klingt. Es lässt sich gleich dem Gyps ohne Sandzusatz in Formen giessen und eignet sich daher besonders zur Herstellung architektonischer Verzierungen und mit Sand gemengt zur Fabrikation von künstlichen Steinen. In neuerer Zeit hat Grüneberg die Herstellung von Krystallisirgefässen aus Portland-Cäment und Posch die zu Reservoirs für heisse und warme Soole vorgeschlagen.

Das Festwerden und Erhärten des hydraulischen Mörtels ist oft zum Gegenstande ausführlicher Untersuchungen gemacht worden. Beim Festwerden lassen sich, und das ist für die Praxis von Wichtigkeit, zwei verschiedene Vorgänge unterscheiden: zunächst das blosse Erstarren, wobei die angemachte Masse aufhört, flüssig zu sein, aber noch sehr leicht

vom Nagel geritzt wird; dann, was viel länger dauert, das Hartwerden selbst, d. h. die durch andauernde Vermittelung des Wassers vor sich gehende Versteinerung. Die Erklärung des chemischen Vorganges beim Erhärten eines Roman-Cämentes rührt von v. Fuchs her, welcher zuerst nachgewiesen hat, dass es die Verbindung von Kalk mit Kieselsäure ist, welcher ein hydraulischer Mörtel seine charakteristischen Eigenschaften verdankt. Er hat nachgewiesen, dass aus allen hydraulischen Mörteln durch Säuren Kieselerde im gallertartigen Zustande ausgeschieden wird. Dasselbe findet bei den chemischen Verbindungen von Kieselsäure und Kalk statt. Silicate, welche für sich nicht mit Salzsäure Kieselgallerte abscheiden, erlangen diese Eigenschaft, wenn sie längere Zeit der Einwirkung von Kalk unter Wasser ausgesetzt sind. Die Alkalien sind auf die Bildung und das Erhärten des hydraulischen Mörtels von günstigem Einfluss. In ersterer Beziehung wirken sie nützlich, indem sie die Kieselerde des Quarzes und die durch Säuren nicht zersetzbaren Silicate besonders leicht aufschliessen und in den gallertartigen Zustand überführen. In Bezug auf das Erhärten wirken sie indirect, indem sie die Kieselerde aufgeschlossen enthalten und nach und nach ihren Platz dem Kalk überlassen. Wasserglaslösung giebt schon in der Kälte ihre Kieselerde an Kalk ab, unter Freiwerden von Alkali. Die Alkalien werden übrigens durch das Wasser ausgewaschen.

Der Vorgang beim Erhärten des Portland-Cämentes ist ein anderer. Im Wesentlichen besteht der chemische Vorgang, welcher unter Mitwirkung des Wassers das Erhärten bewirkt, in dem Zerfallen eines Silicates, welches auf ein Molekül Säure (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd) 3—4 Mol. Basis (Kalk und Alkalien) enthält, in freien Kalk und solche Verbindungen zwischen Kieselerde und Kalk und Thonerde und Kalk, welche auf nassem Wege zwischen genannten Körpern hergestellt werden können. Der ausgeschiedene Kalk verbindet sich an der Luft mit der Kohlensäure zu kohlensaurem Kalk. Ein erhärteter Portland-Cäment enthält demnach dieselben Verbindungen wie ein erhärteter Roman-Cäment; diese Verbindungen bilden sich aber unter Einwirkung des Wassers auf entgegengesetzte Art. Ihre Unlöslichkeit in Wasser und ihr inniges Aufeinanderlagern während des allmäligen Entstehens bewirkt, dass das ursprüngliche Pulver nach und nach in eine cohärente Masse übergeht. Aus den Versuchen von Winkler, Michaëlis u. A. folgt, dass die Kieselsäure in den Portland-Cämenten durch Thonerde und Eisenoxyd vertreten werden kann. Die Thonerde vermindert hierbei den Grad des Erhärtens nicht, macht aber den Cäment minder geeignet, den Einwirkungen der Kohlensäure zu widerstehen. Während des Erhärtens des Portland-Cämentes durch die Einwirkung des Wassers wird fortdauernd Kalk ausgeschieden, bis als Endresultat der Einwirkung von Wasser auf Portland-Cäment die Verbindungen $Ca_3 Si_3 O_3$ und $Ca Al_2 O_4$ entstehen. Letztere Verbindung wird durch Kohlensäure zerlegt, sie muss aber so lange im erhärteten Portland-Cäment als bestehend angenommen werden, als noch Kalkhydrat in demselben enthalten ist. Der sogenannte Scott'sche Selenitmörtel kommt nach einer der jüngsten Zeit angehörenden Untersuchung von Fr. Schott darauf hinaus, dass in Wasser zertheilter Gyps die Eigenschaft besitzt, gewöhnlichen fettlöschenden Kalk hydraulisch zu machen. Es ist bei der Bereitung dieses Mörtels ein solcher Kalk zu wählen, der sich nicht rasch löscht.

Der Gyps.

Der **Gyps** ist wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk (Calciumsulfat) und nach der Formel $CaSO_4 + 2 H_2O$ zusammengesetzt. Er besteht in 100 Theilen aus

		Kalk	32,56
Schwefel	18,60	Schwefelsäure	46,51
Sauerstoff	27,91	Wasser	20,93
			100,00

und gehört zu den verbreitetsten Mineralkörpern. Er bildet theils für sich, theils mit dem **Anhydrit** (Karstenit $CaSO_4$) Lager und Stöcke, zuweilen sogar ganze Gebirgsstockmassen. Die Gypslager und Stöcke gehören vorzüglich den Flötzformationen und gewissen tertiären Gebilden an. Man unterscheidet folgende Arten des Gypses: 1) Gypsspath (blätteriger Gyps, Frauenglas, Fraueneis, Marieneis, Selenit), worunter sowol der zu Krystallen ausgebildete, als auch der blätterige krystallinische Gyps verstanden ist. 2) Fasergyps (Federweiss), faserig krystallinischer Gyps. Seideglänzend und faserig krystallinisch. 3) Schaumgyps (Gypsblüte), schuppig krystallinischer Gyps. 4) Körniger Gyps von grob- oder feinkörnig krystallinischer Textur, dessen reinste Varietäten den Namen Alabaster führen. 5) Dichter Gyps (Gypsstein), dichte durchscheinende Massen von splittrigem Bruch. 6) Erdiger Gyps (Gypserde, Gypsgut, Mehlgyps).

Der Gyps löst sich in 460 Th. kaltem und ebenso viel heissem Wasser auf. Von Wichtigkeit ist sein Verhalten in der Wärme. Bei 90° schon entweichen bei längere Zeit fortgesetztem Erhitzen über 15 Proc. Wasser und bei höherer Temperatur entweicht auch der Rest des Wassers, das übrigens erst bei einer Steigerung der Temperatur bis auf 170° fortgeht. An der Luft erhitzt ist das Verhalten des Gypses ein anderes; er beginnt dabei erst etwas über 100° Wasser zu verlieren, welches noch unter 132° vollständig entweicht. Der seines Wassers zum grössten Theil beraubte Gyps heisst **gebrannter Gyps**: er hat die Eigenschaft, die beiden Moleküle Wasser, die er durch das Brennen verlor, wieder aufzunehmen und dabei zu erstarren. Auf dieser Eigenschaft beruht die Anwendung des Gypses zum Giessen und zu Mörtel. Der über 204° gebrannte Gyps ist todtgebrannt, d. h. er hat die Fähigkeit verloren, in gepulvertem Zustand mit Wasser zusammengerührt einen erhärtenden Brei zu bilden. E. **Erlenmeyer** fand (1873), dass Gyps, welcher bei 120—130° bis zum constanten Gewicht erhitzt wurde, mit der 50fachen Wassermenge zusammengeschüttelt und die Lösung nach 10 Minuten abfiltrirt, eine Flüssigkeit giebt, aus der in kurzer Zeit Gypskrystalle anschiessen; ein Beweis, dass das Wasser von dem erhitzten Gyps eine grössere Menge als vom krystallisirten aufzunehmen im Stande ist. 82 Th. dieser Lösung enthielten 1 Theil wasserfreien schwefelsauren Kalk.

Das Brennen des Gypses bezweckt eine vollständige Entwässerung

desselben. Im Grossen brennt man den Gyps in Brennöfen verschiedener Construction, wobei nur im Allgemeinen zu bemerken ist, dass man nicht wie bei dem Brennen des Kalkes die zu brennenden Gypssteine mit Brennmaterial durchschichten kann, weil sonst der Gyps oberflächlich zu Schwefelcalcium ($CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO$) reducirt werden würde.

Sofort nach dem Brennen wird der Gyps gepulvert. Im Kleinen geschieht es mittelst Zerschlagen mit hölzernen Schlägeln und darauf folgendem Sieben, im Grossen entweder in einer Stampfmühle oder in einer Walzmühle, oder endlich in einer gewöhnlichen Mahlmühle mit horizontalen Steinen, welche ebenso wie eine Mahlmühle beschaffen ist, jedoch keine Beutelvorrichtung hat; der gemahlene Gyps läuft unmittelbar aus dem Boden der die Mühlsteine umgebenden Zarge in untergestellte Fässer. Nach dem Mahlen oder Sieben schlägt man den Gyps in trockne Fässer und bewahrt ihn, vor Feuchtigkeit geschützt, auf.

Der Gyps wird auf mannichfaltige Weise benutzt. Der ungebrannte Gyps findet zuweilen in Stücken als Baustein Anwendung, da indessen der Gyps in Wasser nur schwer löslich, aber nicht unlöslich ist, so löst sich mit der Zeit der Gyps durch Regen und überhaupt durch Feuchtigkeit auf. Deshalb ist diese Anwendung mit Recht von den Behörden untersagt. Der dichte und feste feinkörnige Gyps, besonders der weisse, wird zu Bildhauerarbeiten, zu gedrehten und geschliffenen Gegenständen uud zu architektonischen Verzierungen verwendet. Aus dem Alabaster von Volterra verfertigt man zu Florenz Vasen von grosser Schönheit. Dasselbe Material dient zur Fabrikation der römischen Perlen. Auch die faserige Varietät des Gypses wird zu Damenhals- und Armschmuck verarbeitet, indem man durch convexes Schleifen sein Schillern zu verstärken sucht. Hier und da gebraucht man den Fasergyps als Streusand, den späthigen als Polirmittel und zum Putzen von silbernen Gegenständen. Auch wird das feine Gypspulver zur Grundmasse der Pastellfarben und als Zusatz zu gewissen Porcellanmassen verwendet. Ungebrannter Gyps findet ferner Anwendung zur Umwandlung des kohlensauren Ammoniaks in schwefelsaures. Eine sehr ausgedehnte und wichtige Anwendung findet sowol der rohe, als auch der gebrannte Gyps in der Landwirthschaft als Düngemittel, vorzüglich zum Bestreuen der Wiesen, des Klees und anderer Futterkräuter und der Hülsenfrüchte.

Die Anwendung des Gypses zum Giessen und zu Abdrücken ist eine sehr beliebte zur Nachahmung und Vervielfältigung von Gegenständen. Man bedient sich hierzu eines dünnen Breies aus 1 Th. gebranntem Gypse und $2^1/_2$ Th. Wasser. Das Erhärten des Gypses erfolgt bei gut gebranntem Gypse in 1—2 Minuten und unter geringer Erwärmung. Die angewendeten Formen sind häufig selbst aus Gyps angefertigt und werden, um das Adhäriren des eingegossenen Gypses zu verhindern, mit Oel getränkt. Oft auch benutzt man Formen von Gyps als Modell zum Giessen von Zink und Bronze oder zur Vervielfältigung galvanoplastischer Gegenstände, zu Modellen in der Porcellan- und Fayencefabrikation u. s. w. Der gegossene Gyps wird auch unter anderm gebraucht, um die Böden von Oelfässern zu bekleiden. Um das Erhärten des Gypsbreies zu verzögern, giebt man ihm einen Zusatz von Leim, welcher ausserdem dem Gyps grössere Härte, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und ein marmorähnliches Ansehen ertheilt. Den so gemischten Gyps wendet man hauptsächlich zu architektonischen Ver-

zierungen, die unter dem Namen Stucco (Stuck, Gypsmarmor) bekannt sind, an. Ein Gemisch von feinem Gyps und gepulvertem Frauenspath (Gypsspath) mit Leimwasser giebt die in neuerer Zeit vielfach zu ornamentalen Zwecken angewendete Scaliogla (von *scaglia*, Schuppe, Rinde). Der Gyps wird auch in grosser Menge in der Papierfabrikation als mineralisches Lumpensurrogat, als Füllstoff, verwendet.

Der Gyps lässt sich auf verschiedene Weise härten. Eine der ältesten Methoden besteht darin, das Pulver von gebranntem Gyps mit Lösungen von Leim oder arabischem Gummi anzurühren und auch den fertigen gegossenen und abgetrockneten Gegenstand in derartige Lösungen zu tauchen. Später schlug man vor, Gypsgegenstände in eine Auflösung von Alaun zu tauchen. Der mit Hülfe von Alaun gehärtete Gyps heisst Marmorcäment. Das Pariancäment ist durch Borax gehärteter Gyps; zu dem Ende befeuchtet man die gebrannten Gypsstücke mit einer Lösung von Borax in Wasser durch und durch, glüht sie sechs Stunden lang und mahlt sie hierauf. In neuerer Zeit hat man Kaliwasserglas mit Caseïnkalk combinirt, um Gyps zu härten. Auch die Kieselfluorwasserstoffsäure für sich oder als Kieselfluorkalium ist zu gleichem Zwecke vorgeschlagen worden. Völlig fertig gemachte und getrocknete Gypsgegenstände nehmen, wenn sie mit Stearinsäure oder mit Paraffin, welche beiden Körper vorher zweckmässig in Petroleumäther oder in Schwefelkohlenstoff gelöst werden, getränkt worden sind, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und durch Reibung gute Politur an, so dass sie dem mit Wachs getränkten Meerschaum ähneln. Um der Masse ein besonders warmes Ansehen zu geben, giebt man dem Paraffin oder der Stearinsäure durch Zusatz von etwas Gummigutt und Drachenblut eine schwach röthlichgelbe Färbung. Gyps in Wasser zertheilt und mit gewöhnlichem fettlöschenden Kalk gemischt, macht letzteren hydraulisch. Darauf beruht die Bereitung von Scott's Selenitmörtel (vergl. Seite 221).

IV. Abschnitt.

Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.

Die Technologie der Pflanzenfaser.

Die Pflanzenfaser oder die Cellulose ist derjenige Stoff, der das Gewebe der Vegetabilien bildet und in den verschiedensten Formen in den Pflanzen vorkommt. In grösster Menge findet er sich mit incrustirender Substanz durchdrungen im Holze und bildet die Holzfaser, in langen Faden oder Büscheln bildet er den Flachs (Lein), den Hanf, die Brennnesselfäden und die Baumwolle, welche Substanzen die technisch so überaus wichtige Gruppe der Gespinnstfasern bilden und zur Fabrikation der Gespinnste und Gewebe, des Papiers und der Schiessbaumwolle dienen. Mit Schwefelsäure behandelt, geht er in Zucker über, worauf die Verwendung der Cellulose zur Spiritusdarstellung beruht.

Dass der reine Pflanzenzellenstoff von gleicher Zusammensetzung in dem Holze, der Baumwolle, dem Flachse und dem Papier vorkommt, geht aus folgenden Analysen dieser verschiedenen Substanzen hervor:

Zellenstoff aus:	Holz	Baumwolle	Flachs	Papier
Kohlenstoff	43,87	43,30	43,63	43,87
Wasserstoff	6,23	6,40	6,21	6,12
Sauerstoff	49,90	50,30	50,16	50,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Diejenigen Pflanzentheile, welche als Gespinnstfaser verarbeitet werden, stellen Faserbündel dar, die fest, geschmeidig, spaltbar und wo möglich

bleichbar sein müssen. Diesen vier Eigenschaften entsprechen in hervorragendem Grade zunächst der Flachs, der Hanf und die Baumwolle, dann, wiewol in schwächerem Maasse, einige der unten zu erwähnenden Flachs- und Hanfsurrogate, die erst durch die internationalen Industrieausstellungen der beiden letzten Decennien in weiteren Kreisen bekannt geworden sind.

1. Der Flachs.

Der Flachs ist die zum Spinnen vorgerichtete Faser der Leinpflanze (*Linum usitatissimum*). Die Ernte des Leins geschieht, indem die Pflanzen aus dem Boden gerauft, in Bündel gebunden, und zum Trocknen auf das Feld gestellt werden. Nach dem Trocknen werden die Pflanzen auf der Flachsraufe, einem Kamme mit eisernen Hakenzähnen geriffelt, d. h. die Samenkapseln abgerissen, dann aber der Flachs in handdicke Bündel gebunden und der Rotte übergeben. Die in dem Lein enthaltenen Fasern, welche den Flachs bilden, liegen unter der Rinde der Pflanze und zwar durch eine gummiartige Substanz zusammengeleimt, welche daraus entfernt werden muss, so dass durch die nachfolgende mechanische Behandlung die spinnbaren Fasern isolirt werden können, ohne übermässig beschädigt zu werden. Dies geschieht durch das Rösten oder Rotten.

Behufs des Röstens bringt man die Flachsstengel in Bäche oder in stehendes Wasser und hält sie durch aufgelegte schwere Körper unter der Oberfläche des Wassers, bis eine Art von Fäulniss eingetreten ist, welche diejenigen Stoffe, von welchen die Faser zusammengehalten wird, nicht aber die Faser selbst zerstört. Man nennt diese Art der Röste die Wasserröste. Nach einer andern Methode setzt man die geriffelten Stengel, in dünnen Lagen und auf Feldern ausgebreitet, den Einflüssen der Atmosphäre aus und ersetzt den fehlenden Regen durch fleissiges Begiessen mit Wasser (Thauröste). Beide Methoden sind langwierig und ungesund, weil durch die bei der Fäulniss sich entwickelnden Gasarten die Umgegend vergiftet, durch die Wasserröste ausserdem das Wasser verdorben und zur Erhaltung des Lebens von Fischen untauglich wird. Nach vielen Versuchen, die schon seit langer Zeit mit verschiedenen chemischen Substanzen (Kalilauge, verdünnter Schwefelsäure) angestellt worden sind, war endlich vor wenigen Jahren das seither unter dem Namen Warmwasserröste bekannt gewordene Verfahren in Irland eingeführt worden. Gegenwärtig hat sich dieses Verfahren auf dem Continente eingebürgert. Das Rösten geht nach dieser Methode in grossen Bottichen vor sich, in welchen das Wasser mittelst Dampf auf 25—30° erhitzt wird, nach 60—90 Stunden ist das Rösten beendigt. In neuerer Zeit hat man auch angefangen, heisse Wasserdämpfe zum Rösten des Flachses anzuwenden. Diese Dampfröste soll vor der Warmwasserröste grosse Vorzüge besitzen.

Nach beendigtem Rösten und Dörren sucht man die Fasern

von der Hülse und dem durch das Rösten mürbe gewordenen Kern zu trennen, was durch das Brechen, Schwingen und Hecheln geschieht. Durch das Brechen werden die holzigen Theile zerklopft (gebrochen), der Bast widersteht durch seine grössere Zähigkeit und bleibt fast unversehrt. Der gebrochene Flachs enthält immer noch fest anhängende, beim Schütteln sich nicht absondernde Schebetheile, welche durch das Schwingen entfernt werden. Der hierbei benutzte Apparat besteht aus dem Schwingstock und aus dem Schwingmesser. Ersterer ist ein auf einem Fussgestell aufrecht befestigtes Brett mit einem Einschnitte an der Seite, in welchen man ein Büschel Flachs so legt, dass es an der vorderen Seite des Brettes herabhängt, während es hinter demselben festgehalten wird. Das Schwingmesser ist aus hartem, dünnem Holze, an den Kanten zugeschärft und mit einem Handgriffe versehen. Der Arbeiter schlägt damit den längs des Brettes herabhängenden Flachs, dann dreht er denselben herum und fährt fort zu schlagen, bis der Flachs völlig von der Schebe befreit ist. Trotz dem sorgfältigsten Schwingen wird der Flachs nicht in den zum Spinnen erforderlichen Zustand übergeführt. Die letzte Arbeit der Flachszurichtung, das Hecheln soll: 1) die Schebeüberreste vollständig entfernen; 2) den Bast in die einzelnen, zum grössten Theil noch bänderartig zusammenhängenden Flachsfasern spalten; 3) die zu kurzen Fasern absondern; 4) die langen Fasern glatt und parallel legen. Das Werkzeug, dessen man sich zum Hecheln bedient, die Hechel, besteht aus feinen, spitzen Stahlzinken, welche auf einem festen Holzboden befestigt sind. Man bedarf mehrerer Sorten Hecheln, bei welchen die Zinken dichter oder entfernter, feiner oder gröber sind. Der Arbeiter schlägt den Flachs handvollweise durch die Hecheln und zwar zuerst durch die gröberen, zuletzt durch die feinsten.

Die von den Zähnen der Hechel zurückgehaltenen kürzeren Fasern nennt man das Gewirre (daraus verdorben die Worte Werrig oder Werg) oder die Hede, die zur Seilerarbeit oder zu geringerem Gespinnst verwendet werden kann. Gewöhnlich ist die Zurichtung der Flachsfaser mit der Arbeit des Hechelns beendigt, in speciellen Fällen, wo besondere Reinheit und Feinheit der Fasern erforderlich ist, vervollständigt man die Wirkung der Hechel durch Klopfen und Bürsten und durch Kochen mit Seifenlösung.

Das Spinnen des gehechelten Flachses bezweckt dessen Umwandlung in Garn. Das Spinnen kann geschehen auf dem Spinnrade (Handspinnerei), oder auf Maschinen (Maschinenspinnerei). Die Aufgabe der Spinnerei ist, die Fasern des gehechelten Flachses

so auszuziehen und anzuordnen, dass sie einen Faden von möglichst gleicher Dicke bilden, und dann diesem Faden die Drehung zu geben.

Das Spinnen auf dem Spinnrade ist allgemein bekannt. Die Verarbeitung in den mechanischen Spinnereien zerfällt in folgende Abtheilungen: 1) der gehechelte Flachs wird in ein Band von ziemlich gerade und parallel liegenden Fasern, die Grundlage des künftigen Garnfadens verwandelt; 2) dieses Band wird gestreckt; dadurch wird dasselbe verfeinert und die parallele Lage der Fasern vollkommen bewirkt; 3) das gestreckte Band wird durch weiteres Strecken und geringes Drehen in den Vorgespinnstfaden verwandelt; 4) der Vorgespinnstfaden geht durch fortgesetztes Strecken und verstärktes Drehen in das Feingespinnst, in das Garn über. Das Werg wird ebenfalls auf Maschinen zu Gespinnst verarbeitet; indem dasselbe zuerst ähnlich der Baumwolle gekratzt, auf der Kratzmaschine in Bänder verwandelt und übrigens wie der Flachs behandelt wird. Das Leingarn wird gehaspelt, dann entweder roh, oder gebleicht zu Geweben verarbeitet. Die durch Drehen (Zwirnen) vereinigten Fäden irgend eines Gespinnstes bilden den *Zwirn*.

Beim *Weben* des Garnes werden Fäden parallel neben einander aufgespannt (die Kette) und durch dieselben Fäden so rechtwinklig geführt (der *Einschuss*, *Schuss*, *Einschlag*), das dichte Gewebe entstehen, die man mit dem Namen *leinene Zeuge* zusammenfasst. Die wichtigsten Leinwandsorten sind die *glatten* weissen, welche die Namen *Leinwand*, *Leinen* oder *Linnen* führen. Doch werden auch *geköperte* und *gemusterte* sehr häufig angewendet. Der zu Tafelzeug bestimmte *leinene Damast*, welcher grosse Muster wie Blumen, Landschaften, Porträts u. s. w. enthält, wird ebenso wie der *Drell* oder *Zwillich*, auf dem Jaquard-Stuhl gewebt. Der Zwillich ist auf *beiden* Seiten rechts, während der leinene Damast dies bloss auf *einer* Seite ist. Der *Batist* ist eine aus dem feinsten Gespinnst nicht sehr dicht gewebte Leinwand. Das *Kammertuch*, welches man oft mit Batist verwechselt, ist ebenso fein wie der Batist aber weniger dicht. *Schleier*, *Klar* oder *Schier* unterscheidet sich von dem Batist nur durch grössere Lockerheit des Gewebes. Fast ebenso locker ist *Linon*, welches das Mittel zwischen Batist und Schleier hält. Die *leinene Gaze*, ein dünnes, florartig gewebtes Zeug, ist dem Linon ähnlich. *Creas*, eine ursprünglich spanische feine Leinwand, aus vorher schon gebleichtem Garn gewebt, nimmt nach dem Mangen und Glätten ein sehr angenehmes, seidenartiges Ansehen an. Der *Tüll* (den man auch aus Baumwollengarn macht) ist ein aus gebleichtem Leingarn durchbrochen gewebtes Zeug, welches stark gesteift und unter Anderem zum Durchnähen der Zierrathen benutzt wird. Die gröbste, meistens hänfene Leinwand ist das *Segeltuch*, das *Matrosenlinnen* und die *Pack-* und *Sackleinwand*. Das sogenannte *Bleichtuch* ist eine Art grober Leinwand, welche in den Wachsbleichen zu der Unterlage des zu bleichenden Wachses gebraucht wird.

Die fertigen Zeuge werden gebleicht und dann, um ihnen ein gefälliges Ansehen zu geben, *appretirt*. Die Appretur zerfällt in das *Stärken*, *Glätten* und *Pressen*. Durch das Stärken wird die Leinwand steif und zur Annahme des Glanzes geeignet. Das Glätten und Pressen geschieht

entweder auf Mangen oder Rollen, oder vermittelst eines aus 3—5 Walzen bestehenden Kalanders.

2. Der Hanf und andere weniger wichtige Gespinnstpflanzen.

Der Hanf (*Cannabis sativa*) wird hauptsächlich wegen des Bastes seiner Stengel angebaut. Der daraus gewonnene Faden ist zwar etwas grob, hat aber dafür ganz besondere Festigkeit und lässt sich daher kaum durch ein anderes Material zu Tauwerk und Segeltuch ersetzen. Nicht minder wird aber auch das Hanfgespinnst zu häuslichem Gebrauch vielfach verwendet. Die Verarbeitung der Hanfstengel stimmt im Wesentlichen mit jener des Flachses überein. Der Hanf wird nämlich im Wasser geröstet, getrocknet, gebrochen und zerquetscht.

In neuerer Zeit sind verschiedene, meist ausländische Faserstoffe als Stellvertreter des Flachses und Hanfes in die europäische Industrie eingeführt worden. Die hauptsächlichsten derselben sind folgende:

I. *Stengelfasern:* 1) Chinesisches Gras oder Tschuma, die Faser von *Urtica s. Boehmeria nivea* und *heterophylla*, welche in China und Ostindien zur Gewinnung des Faserstoffs Anwendung finden. Die in China gebräuchliche Herstellung der Fäden ist insofern bemerkenswerth, als die Fäden nicht gesponnen, sondern durch Aneinanderstückeln einzelner, Ende bei Ende gelegter und durch Rollen unter der Hand vereinigter Fasern gebildet werden; sie erscheinen daher glatt und nicht gedreht und bieten deshalb einen eigenthümlichen Glanz dar. Es dient zur Herstellung des schönen Gewebes, das unter dem Namen Grasleinen oder *China grass-cloth* bekannt ist.

2) Ramêehanf oder Ramié von *Urtica s. Boehmeria utilis,* eine Nesselart, die auf Borneo, Java, Sumatra, in Nordamerika und versuchsweise auch in Deutschland angebaut wird. Er ist 1—2 Meter lang, gelblichweiss, von der Feinheit reingeschwungenen groben Flachses, aber fast glanzlos und steif.

3) Jutehanf, von der in Ostindien und China einheimischen Gemüselinde, *Corchorus capsularis*, *C. textilis*, *C. olitorius*, *C. siliquosus.* Das Gespinnstmaterial ist ein brauner, grober und langer Faserstoff, der zu dickem Garne versponnen wird, woraus man Sack- und Packtuch (Gunny) webt. Zu Tauwerk kann die Jute den Hanf nicht ersetzen, da sie zu wenig Festigkeit besitzt und im Wasser leicht fault.

II. *Blattfasern.* 4) Neuseeländischer Flachs, *Phormium tenax*, eine in Neuseeland einheimische Gespinnstpflanze, deren Blätter zahlreiche gerade Längenfasern von ziemlicher Feinheit, weisser Farbe und Seidenglanze enthalten. Das zubereitete Material ist dem gewöhnlichen Hanfe ähnlich, jedoch härter, steifer und rauher.

5) Aloëhanf (Pitta oder Pite) kommt aus Peru, Westindien, Mexico und Ostindien und besteht aus den gereinigten Fasern der Blätter mehrerer

Agavearten, wie *A. americana*, *A. vivipara*, *A. foetida* etc. Er ist gelblichweiss und wird hauptsächlich zu Seilerwaaren verarbeitet.

6) Manilahanf (Pinasfaser oder Avaka) kommt von *Musa textilis*, *M. troglodytarum* und *M. paradisiaca*, die in Ostindien und mehreren Inseln des indischen Archipels wachsen. Die weisse Sorte zeigt nach dem Hecheln einen Seidenglanz und wird zu Glockenzügen, Taschen u. dergl. verarbeitet, auch zuweilen als Einschuss in Möbeldamaste verwendet. Die geringeren oder gefärbten Sorten Manilahanf dienen zu Seilerarbeiten.

7) Ananashanf (oder Pinna) kommt aus Westindien, Central- und Südamerika und besteht aus den Bastfasern der gewöhnlichen Ananas (*Ananassa sativa s. Bromelia ananas*) und anderen Ananasarten. Er eignet sich ziemlich zu feinen Geweben.

8) Pikabahanf (oder Piassava) aus den Blättern der *Attalia funifera*, einer in Brasilien wachsenden Palme, wird zu Seilerwaaren verwendet.

III. *Fasern aus Fruchthüllen.* 9) Kokosnussfaser (Coir oder Kair) ist der rothbraune Faserstoff, mit welchem die Schale der Kokosnüsse (von *Cocos nucifera*) äusserlich umhüllt ist. Sie besitzt grosse Elasticität und Stärke und wird zu Seilen, Teppichen, Matten, Flechtwerken u. s. w. verarbeitet.

3. Die Baumwolle.

Die Baumwolle ist die Samenwolle der Früchte mehrerer Staudengewächse aus der Gattung *Gossypium*, welche in allen Ländern des Gürtels zwischen der tropischen Zone und gemässigten, besonders in den Südstaaten der nordamerikanischen Union (Alabama, Mississippi, Georgia, Süd-Carolina, Tennessee, Louisiana, Arkansas, Florida, Texas), ferner in Mexico, Brasilien, Westindien, Ostindien, Algerien, Aegypten, Australien (Queensland), der Türkei (Macedonien, Thessalien, Candia), Neapel (z. B. in der Ebene von Salerno), Sicilien, Malta, Spanien (in Andalusien), in der Krim, in Griechenland etc. angebaut werden.

Die Frucht besteht aus einer drei- bis fünffächerigen Kapsel von der Grösse einer welschen Nuss, in der sich die erbsengrossen schwarzen Samen von weissem Wollflaum umgeben befinden. In einer Art von Baumwollenstaude (*Gossypium religiosum*) ist die Baumwolle gelb gefärbt: sie wird von den Chinesen zur Fabrikation des Nanking angewendet. Wenn die Kapseln reif sind, so platzen sie auf und die Wolle tritt heraus; in jeder Zelle liegt ein Büschel Baumwolle, deren Fasern an den Samen festsitzen. So wie die Baumwolle nach Europa kommt, hat sie schon an ihren Erzeugungsorten eine vorläufige Reinigung erlitten, indem sie egrenirt, d. h. von den Samenkörnern sorgfältig befreit worden ist. Man benutzt die Baumwollsamen zum Verfüttern, zum Düngen, und zur Oelbereitung (in Amerika erhält man aus 30 Pfund Baumwolle Körner zu einem Pfund Oel).

Man unterscheidet die Baumwolle nach den Ländern und nach den

Stapelplätzen als nordamerikanische (Sea Island oder lange Georgia, Orleans, Upland, Louisiana, Alabama, Tennessee, Georgia, Virginia), südamerikanische (Fernambuk, Siara, Bahia u. s. w.), columbische, peruanische, westindische (Domingo, Bahama, Barthelemy), ostindische (Dhollera, Surate, Manilla, Madras, Bengal), levantische (macedonische, smyrnaer), ägyptische (Mako oder Jümel), australische (Queensland) und europäische (spanische: Motril, sicilianische: Castellamare und Bianca, maltesische) Sorten.

Baumwollspinnerei. Die Reihe der Arbeiten, welchen die Baumwolle bis zur vollendeten Darstellung des Baumwollgarnes unterworfen wird, ist in den Spinnereien folgende:

1) Die Auflockerung und Reinigung der rohen Baumwolle, wodurch die durch das Pressen vor der Verschiffung zu Knollen verdichtete Wollmasse zertheilt wird, die Fasern nach und nach von einander gelöst und zugleich die Unreinigkeiten entfernt werden. Die Bearbeitung geschieht zunächst entweder α) durch Klopfen und Schlagen mit der Hand, oder β) mit dem Wolf, welcher die Auflockerung durch einen mit spitzigen eisernen Zähnen besetzten Cylinder bewirkt, und γ) dem Willow (Zauseler), eine dem Wolf verwandte Maschine, aber mit stumpfen Stiften oder Pflöcken versehen. Die Fortsetzung der Auflockerung und Reinigung geschieht mittelst der Schlagmaschinen (Flackmaschinen), wesentlich aus einem Flügelrad und einem Ventilator bestehend; die Schläge der Flügel trennen die Wollfasern von den Unreinigkeiten, welche letztere durch den Luftstrom fortgeweht werden oder durch den Rost fallen. Um eine vollkommene Bearbeitung zu erlangen, gebraucht man zwei solcher Maschinen nach einander. Die beiden Schlagmaschinen heissen α) die Putzmaschine (*batteur éplucheur*), sie enthält zwei Flügelräder (Schläger) hintereinander und bewirkt also eine zweimalige Bearbeitung der Baumwolle, welche zuletzt als eine lockere, aber noch nicht völlig gereinigte Masse hervorgeht; β) die Watten- oder Wickelmaschine (*batteur étaleur*), welche nur einen, viel schneller umlaufenden Schläger hat und zugleich eine Vorrichtung enthält, wodurch die nun schon ziemlich gereinigte Baumwolle in Form einer lose zusammenliegenden Fläche (Watte, Pelz) auf eine Walze (Wickel) aufgerollt wird, welche man sodann der Kratzmaschine vorlegt. Unter dem Namen Epurateurs construirt man in neuerer Zeit Maschinen, welche zwischen den Schlagmaschinen und Krempeln inne stehend, die Wirkungsweise beider mit einander vereinigen und die Anwendung derselben ganz oder theilweise ersetzen. Der Epurateur eignet sich vorzüglich zur Wattenfabrikation.

2) Das Krempeln oder Kratzen. Die natürliche oder verwirrte Lage der Baumwollfasern wird durch die Behandlung mittelst der Auflockerungsmaschinen keineswegs gehoben, eher fast noch vermehrt. An ein Verspinnen der aufgelockerten Baumwolle ist daher erst dann zu denken, wenn sie vorläufig vollkommen gerade gestreckt und in parallele Lage zu einander gebracht sind. Dieser Forderung zu genügen, sind zunächst die Krempel- oder Kratzmaschinen bestimmt, deren Hauptbestandtheile mehrere auf ihrer Oberfläche dicht mit Drahthäkchen besetzte Walzen und flache Hölzer sind, zwischen welchen die Baumwolle dünn ausgebreitet durchgeführt und gleichsam gekämmt wird, wobei zugleich die noch vorhandenen

kleinen Unreinigkeiten abfallen. Ein Kamm mit feinen Stahlzähnen löst von der letzten Walze die Baumwolle in Gestalt einer zarten, aus ziemlich parallel liegenden Fasern bestehenden Fläche (Vliess) ab. Das Krempeln wird in der Regel zwei Mal und zwar mit folgenden Maschinen vorgenommen: α) die Reisskrempel oder Vorkratze, welche das Vliess selbst auf eine hölzerne Trommel wickelt; β) die Feinkrempel oder Feinkratze, welche das von der Reisskrempel gelieferte Vliess verarbeitet und daraus ein neues Vliess bildet, welches, nachdem es mittelst des Kammes abgelöst ist, sogleich durch einen Trichter geht, und darin seiner Breite nach dergestalt zusammengedrängt wird, dass es die Gestalt eines schmalen und lockeren Bandes annimmt. Häufig lässt man auch schon durch die Vorkratze Bänder bilden, von denen man eine Anzahl mit Hilfe einer besonderen Maschine, dem Doubleur oder der Lappingmaschine zu einem breiten Vliesse vereinigt, welches man der Feinkratze vorlegt; letzteres Verfahren, obgleich weitläufiger, hat den Zweck, eine gleichmässigere Vertheilung der Baumwolle in dem auf der Feinkratze entstehenden Bande hervorzubringen. In neuerer Zeit wendet man häufig statt des Krempelns, das Kämmen der Baumwolle an. Man beabsichtigt dadurch theils eine Trennung der langen Fasern von den kurzen, um erstere allein zur Erzeugung der höheren Garnnummern benutzen zu können, theils auch bei der langen Georgia (Sea-Island), um die ausgekämmten langen Fasern mit Seide (Florettseide) vereinigt zu verspinnen.

3) Das Strecken oder Laminiren der gekrempelten Baumwolle. Die Operation des Streckens und die des damit in Verbindung stehenden Doublirens hat den Zweck, die Fasern der von der Krempel kommenden Bänder mehr parallel zu legen und ihre ungleiche Dicke zu beseitigen. Die hierzu in Anwendung kommende Maschine, die Strecke, besteht aus 2 bis 6, gewöhnlich aber aus 3 Paaren kleiner Walzen, durch welche die von der Krempel kommenden Bänder wiederholt gehen müssen. Die Bänder werden hier ausserordentlich stark in die Länge gezogen, aber trotzdem wenig oder gar nicht verdünnt, weil man so ziemlich in demselben Verhältnisse doublirt, d. h. eine gewisse Anzahl von Bändern neben einander legt und daraus ein einziges Band macht.

4) Das Vorspinnen. Die Umwandlung des gestreckten Bandes in einen Garnfaden ist, was man eigentlich Spinnen nennt: denn die bisher angeführten Operationen sind nur Vorbereitungen dazu, durch welche man beabsichtigt, der Faser eine zum Ausziehen des Fadens geeignete Gestalt und Beschaffenheit zu geben. Da nun aber das von der Strecke gelieferte Band oft weit über 100 Mal gröber ist als der daraus zu spinnende Garnfaden, so lässt sich die nothwendige Ausdehnung und Verfeinerung nicht auf einmal vornehmen, sondern sie muss stufenweise geschehen, indem man sie mittelst 3 oder 4 successiv angewendeten Maschinen verrichtet. Diese fortschreitende Dehnung unter gleichzeitiger Anwendung der Drehung bildet das Vorspinnen, durch welches grober, lockerer Faden, das Vorgespinnst entsteht. Bei der Erzeugung aller mittelfeinen und feinen Garne wird das Vorspinnen zweimal vorgenommen, wobei das erste Mal grobes Vorgespinnst (Lunte), das zweite Mal dünnes Vorgespinnst oder Vorgarn erhalten wird. Aus letzterem wird sodann auf der Spinnmaschine, durch das Feinspinnen das Garn hervorgebracht.

Die gestreckten Bänder können nicht ohne Weiteres bedeutend in die

Länge gezogen werden ohne abzureissen. Lässt man aber auf das Ausziehen sogleich eine Drehung folgen, durch welche die Fasern um einander herum gewunden und in Folge des daraus hervorgehenden Druckes einander genähert werden, so ist das Ausziehen der Bänder zu einem selbständigen Faden möglich. Es giebt zweierlei Wege, dieses Ziel zu erreichen, entweder man ertheilt dem Vorgespinnst eine bleibende Drehung, oder man dreht es nur vorübergehend, d. h. die gegebene Drehung wird von der Maschine selbst sofort wieder aufgehoben, so dass nur die davon bewirkte Zusammendrängung der Fasern als sichtbarer Erfolg übrig bleibt. Hiernach zerfallen die Vorspinnmaschinen in α) Vorspinnmaschinen mit bleibender Drehung (oder bleibendem Drahte), die gebräuchlichste der Vorspinnmaschinen ist die Spindelbank, in Sachsen und Norddeutschland der Flyer, in Süddeutschland und der Schweiz die Banc à broches genannt; β) Vorspinnmaschinen mit vorübergehender Drehung (oder falschem Draht).

5) Das Feinspinnen. Das Ausziehen des Vorgespinnstes zu *Feingespinnst* (Garn, Twist), geschieht entweder durch zeitweises Festhalten des Fadens vermittelst einer Klemme (auf der Jenny, die jetzt nicht mehr angewendet wird), oder durch ununterbrochenes Ausziehen zwischen Walzenpaaren, von denen die nächstfolgenden schneller sich umdrehen, als die vorhergehenden (auf der Drosselmaschine und der Mulemaschine, welche, wenn Handarbeit zur Bewegung des zum Spinnen und Aufwinden der Fäden erforderlichen Wagens dient, Handmule, bei Anwendung von Dampf- oder Wasserkraft Selfactor genannt wird). Das fertige Gespinnst wird auf der Weife oder dem Haspel in Gebinde und Strähne aufgewunden und dann nach den Feinheitsnummern sortirt.

Das von den Spinnmaschinen gelieferte Garn unterscheidet man als Muletwist und Watertwist; ersteres zeichnet sich durch seine lockere, wenig gedrehte Beschaffenheit aus. Letzteres ist stärker gedreht und wird beinahe ausschliesslich als Kettgarn benutzt.

Die Baumwollgewebe sind: a) glatte (leinwandartige), b) geköperte, c) gemusterte und d) sammtartige.

a) Zu den glatten (leinwandartigen) Baumwollengeweben a) mit parallelen Kettfäden gehören: 1) Kattun (als Druckkattun oder als Baumwoll-Leinwand); 2) Nanking; 3) Shirting (Hemdenkattun, Futterkattun); 4) Kambrik (Kammertuch); 5) Baumwollbatist (schott. Batist); 6) Jaconet; 7) Perkal (zum Druck bestimmter Perkal heisst Kaliko); 8) die aus ganz oder theilweise gefärbtem Garn gewebten Zeuge Gingham, Baumwoll-Barège, Haincord; 9) die locker gewebten Zeuge Musselin (Vapeur, Zephyr), Organdin (Mull, Linon); Baumwoll-Stramin; b) mit gekreuzten Kettfäden; 10) Tüll und Gaze.

b) Zu den geköperten Baumwollenstoffen gehören: 1) Köper oder Croisé; 2) Baumwollmerino; 3) Drill oder Drell; 4) Bast; 5) Satin (engl. Leder); 6) Barchent. (Der gefärbte rauhe und gleich dem Wolltuch geschorene Barchent heisst Beaverteen, der feinere Moleskin.)

c) Zu den gemusterten Baumwollstoffen gehören 1) Dimity (Wallis); 2) gemusterte Drelle und Barchente; 3) Baumwolldamast; 4) Piqué.

d) Zu den sammtartigen Baumwollstoffen gehören: 1) Manchester; 2) Baumwollsammt.

4. Die Papierfabrikation.

Das **Papier**, in technologischem Sinne, ist im Wesentlichen ein dünner Filz aus Fasern pflanzlichen Ursprungs, der dadurch entsteht, dass man den auf mechanische und chemische Weise gereinigten und in feine und zarte Fäserchen zertheilten Faserstoff in Wasser suspendirt, auf diese Art in dünne Schichten gleichmässig ausbreitet, darauf aber das Wasser durch Ablaufenlassen, Auspressen und Trocknen in der Art entfernt, dass eine gleichmässig dünne Lage der filzartig angeordneten und dicht zusammenschliessenden Fäserchen zurückbleibt.

Das hauptsächlichste Material der Papierfabrikation sind die unter dem Namen Lumpen, Hadern, Stratzen bekannten Abfälle von gewebten Stoffen. Die gesuchtesten Lumpen sind die leinenen, weil sie das festeste und dauerhafteste Papier liefern und daher weit häufiger verarbeitet werden als Woll- und Baumwolllumpen. Erstere, die nur rauhes und weniger zusammenhängendes Papier geben, gelangen gegenwärtig überdies weit seltener in die Papierfabriken, seitdem sie zur Fabrikation der Kunst- oder Lumpenwolle und in Folge ihres grossen Stickstoffgehaltes zur Bereitung des Blutlaugensalzes eine zweckmässigere Verwendung gefunden haben. Baumwolllumpen geben ein rauheres, schwammiges und lockeres Papier, weshalb dieselben nicht allein, sondern mit Linnenlumpen gemengt verarbeitet werden. Die in der Baumwollspinnerei (in den Putz- und Wattenmaschinen, sowie beim Krempeln) sich ergebenden Abfälle (*waste* oder *sweeping*) werden ebenfalls in der Papierfabrikation benutzt. Seidene Lumpen liefern nur schlechtes Papier und finden zur Herstellung von gekrempelter Seide behufs des Verspinnens eine bessere Verwendung.

Der Papierverbrauch ist in Europa seit 50 Jahren auf mehr als das Doppelte gestiegen. Da die Papierfabrikation aber nur gewisse Abfälle von Flachs, Baumwolle und Hanf, die meist von abgetragenen Kleidern und Wäsche herrühren, verarbeitet, so musste ein Mangel an Rohmaterial eintreten, da die Produktion an Lumpen nicht in dem nämlichen Verhältniss zunehmen kann, als der gesteigerte Papierverbrauch, ferner die Kunstwollfabriken und andere Industriezweige der Papierfabrikation einen nicht unbedeutenden Bruchtheil des Rohmaterials entziehen. Man hat daher an Ersatzmittel für die Lumpen in der Papierfabrikation denken müssen. Unter den unzähligen vorgeschlagenen vegetabilischen Stoffen sind nur drei wohlfeil genug und in hinreichender Quantität zu beschaffen, nämlich das **Stroh**, das **Espartogras** (Alfafaser von *Macrochloa tenacissima**) und das **Holz**

*) Das an den spanischen Küsten des Mittelmeeres und in Algerien wild wachsende Espartogras geht in enormer Menge in die Papierfabriken Englands. Die Einfuhr betrug 1872 2,526,000 Centner.

gewisser Nadel- und Laubhölzer. Aus dem Stroh der Cerealien stellt man die sogenannte *pâte-paille* dar, die als Lumpensurrogat vielfache Anwendung findet. Das Holz ist als Holzstoff oder Holzzeug in neuerer Zeit ein überaus wichtiges Lumpensurrogat geworden, das aber so wenig wie das Stroh als absolutes Ersatzmittel der Lumpen, sondern nur als ein Zusatz auftritt, indem das aus reinem Holze gefertigte Papier zu wenig Festigkeit besitzt. Gewöhnlich setzt man 20—40 Proc. Holzfaser zu gewöhnlichen Lumpen, um eine Papiermasse zu erhalten, die sich besonders zur Herstellung von ordinären Druck- und Conceptpapieren eignet. Alle weichen Laub- und Nadelhölzer eignen sich zur Holzpapierfabrikation, besonders Zitterpappel, Linde, Aspe, Fichte und Tanne. Die Holzstücke werden auf einem Steincylinder, der auf einer rotirenden horizontalen Axe befestigt ist, und dem sie — die Länge des Holzes parallel mit der Axe gedacht — durch einen besondern Mechanismus stets gleichmässig zugeführt werden, unter stetem Zufluss von Wasser ausgefasert (abgeschliffen). Die losgerissenen Fasern werden auf Siebwerke geführt, wo sie nach ihrer Feinheit gesondert werden. Die nasse Masse wird mittelst hydraulischer oder Schraubenpressen oder auch mittelst Pappmaschinen ausgepresst, dergestalt, dass das Gewicht des lufttrocknen Stoffes, der indessen immer noch circa $^2/_3$ Wasser enthält, 32—40, in der Regel 35—36 Proc. vom Gewicht des nassen Stoffes beträgt. Seit einiger Zeit sucht man nach dem Verfahren von Bachet und Machard (1867) mit der Herstellung von Holzpapierstoff die Fabrikation von Spiritus zu verbinden, indem man die incrustirende Substanz des Holzes durch Behandeln mit Salzsäure in Dextrose (Krümelzucker) überführt, die durch geistige Gährung in Alkohol umgewandelt wird, während die zurückgebliebene feste Cellulose für die Zwecke der Papierfabrikation Anwendung findet. Man unterscheidet je nach der Feinheit der Fabrikate vier Qualitäten Holzzeug: No. 1 zu Schreib- und Druckpapier, No. 2 zu Tapetenpapier, Packpapier besserer Art, auch zu Druckpapier, No. 3 und 4 werden zu Pappen verwendet. In neuerer Zeit stellt man das Holzzeug auch auf chemischem Wege dar, indem man das gröblich in Späne verwandelte oder geraspelte Holz bei hoher Temperatur und starkem Druck mit starken Alkalilaugen behandelt, wodurch die Fasern so aufgelockert und weich werden, dass sie sich ähnlich der Flachs- und Baumwollfaser, im Holländer leicht kurz mahlen und hierauf bleichen lassen. Papier aus diesem Zeuge bereitet, besitzt eine ausserordentliche Festigkeit und Zähigkeit und hat viel Aehnlichkeit mit den japanesischen Papieren. Leider aber ist das Fabrikat so kostspielig, dass seine Anwendung dadurch sehr eingeschränkt werden dürfte. Dagegen liefert die Fabrik Cone Mills bei Lydney in Gloucestershire ein ebenfalls auf chemischem Wege präparirtes Holzzeug, welches sich sogar ohne Zusatz von Lumpenzeug zu Papier verarbeiten lässt. Schmirgel- und Glaspapier, von denen eine hohe Festigkeit verlangt wird, lässt sich in genügender Qualität aus reinem Holzzeuge dieser Art darstellen. Hiernach dürfte die Holzzeugfabrikation noch einer hohen Vervollkommnung fähig sein. Im Deutschen Reiche bestehen gegenwärtig (1874) 138 Holzstofffabriken, in Schweden 27, in Oesterreich 46 und in Ungarn 2.

Im Gegensatz zu den vegetabilischen Lumpensurrogaten sind noch die mineralischen Lumpensurrogate anzuführen, die gegenwärtig in der Papierfabrikation eine ausgedehnte Anwendung finden. Ein mässiger Zusatz eines geeigneten Mineralkörpers zur Papiermasse ist keineswegs nach-

theilig, sondern nutzt in mehrerlei Hinsicht. Das erste mineralische Ersatzmittel, das in Anwendung kam und heutzutage noch am häufigsten angewendet wird, ist sandfreier Thon, geschlämmter Porcellanthon oder Porcellanerde, die unter dem Namen Chinaclay, Lenzin oder Kaolin, Bleicherde in den Papierfabriken Eingang findet. Ein anderes Lumpenersatzmittel ist feingemahlener ungebrannter Gyps oder gefällter schwefelsaurer Kalk, welcher dem Fabrikanten unter dem Namen Annaline oder Milchweiss zugeht. Er übertrifft an Weisse den Porcellanthon, dessen Farbe stets etwas in's Gelblichgraue spielt, ist auch nicht theurer als das Lenzin, lässt sich aber nicht so fein zertheilen und giebt keinen so fetten Brei wie der Thon. In letzterer Hinsicht verdient den Vorzug der durch Fällung bereitete schwefelsaure Baryt, der im Handel die Namen Blanc fixe, Barytweiss, Permanentweiss, Patentweiss führt.

Die Verfertigung des weissen Papiers geschieht auf zweierlei Weise, nämlich:

A. Nach der älteren Methode, bei welcher die Handarbeit, namentlich bei der Bildung der Bogen aus dem breiartigen Papierzeuge vorherrschend ist, weshalb das nach diesem Verfahren dargestellte Papier Hand- oder Büttenpapier genannt wird; die hergestellten Bogen sind von beschränkter Länge und Breite.

B. Nach der neueren Methode, welche, mit Hilfe von Maschinen ausgeführt, ein Blatt von sehr ansehnlicher Breite und jeder beliebigen Länge darstellt; das so erhaltene Papier heisst Maschinenpapier oder Papier ohne Ende.

Die Zerkleinerung und Zertheilung der sortirten Lumpen zu Fäserchen, aus welchen der Papierstoff besteht, geschieht stufenweise, und findet durch Anwendung verschiedener mechanischer Mittel statt — Lumpenschneider, Halbholländer, Ganzholländer — zu denen früher häufiger als gegenwärtig ein chemischer Process sich gesellte, der die Auflösung des Gewebes zu Fasern begünstigte, nämlich eine Behandlung der Lumpen mit alkalischer Lauge oder eine Art Fäulnissprocess.

Eine vorbereitende Arbeit für die Operationen des Zertheilens der Lumpen ist das Zerschneiden derselben in Stücke oder Streifen von 3—6 Centimeter Breite. Nachdem die Lumpen zerschnitten worden sind, werden sie gereinigt, d. h. vom Staube und anderen anhängenden Unreinigkeiten befreit. In den englischen Papierfabriken beginnt man die Operation des Reinigens durch Auflockern der Lumpen in einem Willow oder Zauseler, wobei sie einen grossen Theil des Sandes abgeben, der durch ein unter dem Willow angebrachtes Gitter fällt. Hierauf wird der Staub durch Sieben möglichst entfernt und der Rest der Unreinigkeiten durch Kochen und Waschen beseitigt. Die einfachste Art der Siebmaschinen besteht aus einem sechs- bis achteckigen Gestelle in Form einer Trommel, die mit Drahtgewebe überkleidet ist; die Lumpen werden durch eine seitwärts angebrachte Thür ein-

gefüllt und durch Umdrehung der Trommel darin herumgeworfen, wobei der Staub und ähnliche Unreinigkeiten abgesondert werden. Die nasse Reinigung, die auf die trockne folgt, geschieht entweder mittelst Wasser oder mittelst Lauge, oder durch Lauge und Wasserdämpfe. Alkalische Laugen verdienen den Vorzug vor dem reinen Wasser, weil sie nicht nur in Folge schnelleren und besseren Reinigens die nachherige Arbeit des Bleichens bedeutend erleichtern, sondern auch die Fasern dergestalt erweichen, dass sie dann auf dem Holländer leichter und feiner in Halb- und Ganzstoff übergeführt werden können. Vor der Behandlung der Lumpen mit Lauge werden dieselben mit reinem Wasser gewaschen, ebenso nach der Anwendung der Lauge.

Die Maschinerie, deren man sich zur Zertheilung der zerschnittenen und gereinigten Lumpen in feine Fäserchen bedient, heisst im Allgemeinen das Geschirr oder die Papiermühle, und bearbeitet (zermalmt oder zerstampft) das Material in Vermengung mit Wasser, so dass sie es unmittelbar in Form eines Breies (Stoff, Zeug) liefert, welcher nur noch einer Verdünnung mit mehr Wasser bedarf, um auf Papier verarbeitet zu werden. Die Zerfaserung zerfällt in zwei Stadien, indem man nämlich zuerst Halbstoff und aus diesem dann Ganzstoff herstellt.

Die Maschinen, die man zur Zerkleinerung der Lumpen anwendet, sind:

1) das Stampfgeschirr (Hammerstock, Hammergeschirr);

2) die holländische Stoffmühle (holländer Walzenmühle), von welcher man

α) den Halbstoff-Holländer und

β) den Ganzstoff-Holländer

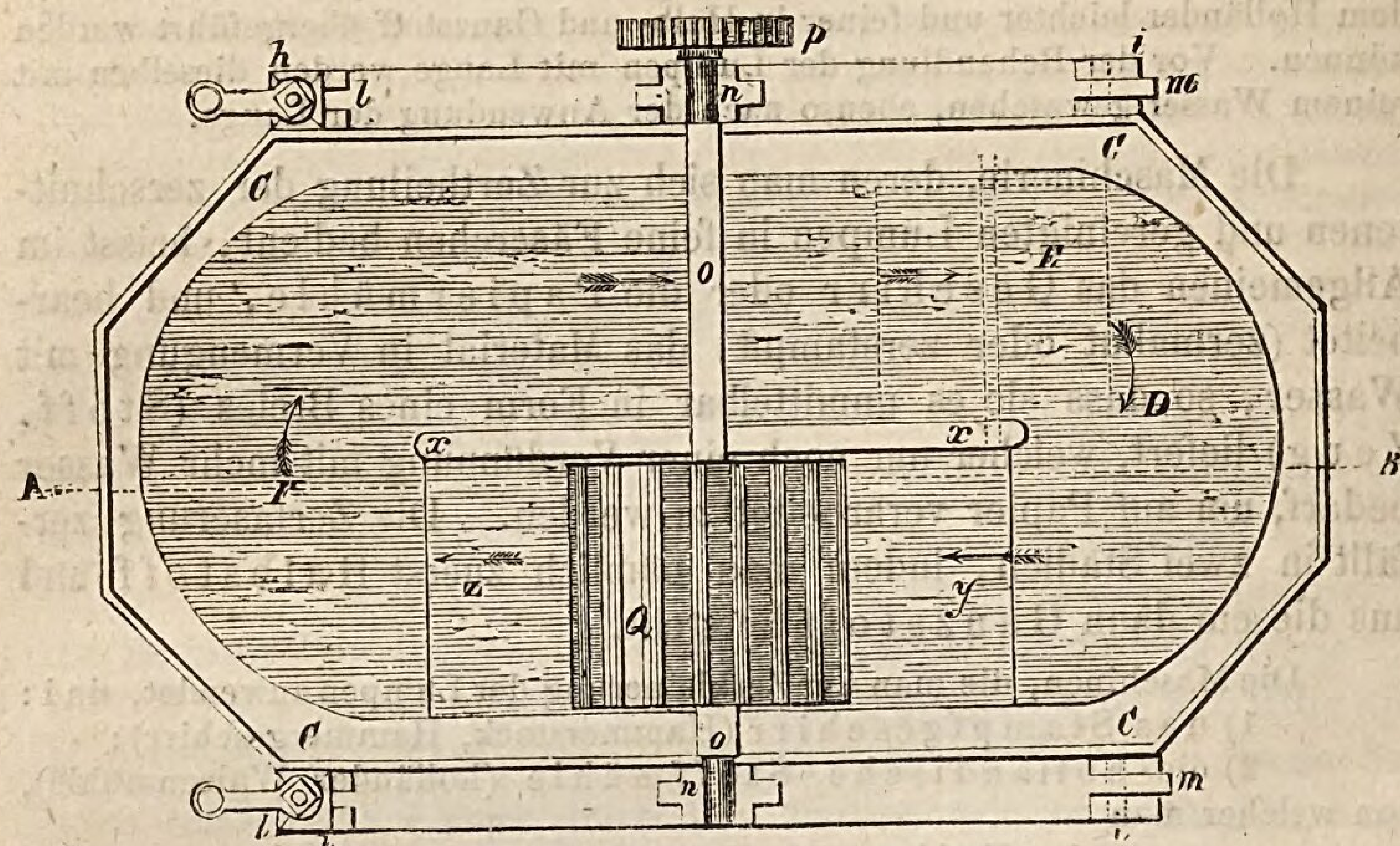
unterscheidet.

Das Stampfgeschirr, das gegenwärtig nur noch selten und in kleinen Fabriken Anwendung findet, besteht im Wesentlichen aus den Stampfen oder Hämmern, und dem Grubenstock oder Löcherbaum. Letzterer ist ein starker eichener Balken, in welchem gewöhnlich 6—8 Stampflöcher ausgemeisselt sind, die von oben nach unten sich verjüngen und deren Boden aus einer gusseisernen Platte besteht. Seitlich am Boden befindet sich eine Oeffnung mit einem feinen Haarsiebe bedeckt, durch welche das Wasser, das jedem Loche durch eine Rinne zugeführt wird, wieder abfliesst. Die Hämmer sind $1^1/_3$ Meter hohe eichene Balkenstücke, und mit ihren Stielen in den Hinterständern befestigt. Sie werden an ihrem Kopfe mittelst einer Daumenwelle in einer Minute 72—80mal 15—18 Centimeter hoch gehoben. Die Lumpen werden in dem Dampfgeschirr mit so viel Wasser gemengt bearbeitet, dass das Ganze einen dicken Brei bildet. Die continuirliche langsame Kreisbewegung der Masse in den Löchern bewirkt, dass alle Theile derselben nach und nach die Wirkung der Stampfen erfahren.

Die holländische Stoffmühle oder der Holländer, der fast durchgängig an die Stelle des Stampfgeschirres getreten ist — ist umstehend abgebildet. Fig. 15 zeigt einen Holländer im Grundrisse, Fig. 16 im verticalen Durchschnitt nach der Linie *A*, *B*. Die Hauptbestandtheile eines Holländers überhaupt sind 1) eine mit Messern besetzte, schnell um ihre Axe laufende Walze, 2) das unter dieser angebrachte, aus ähnlichen Schienen

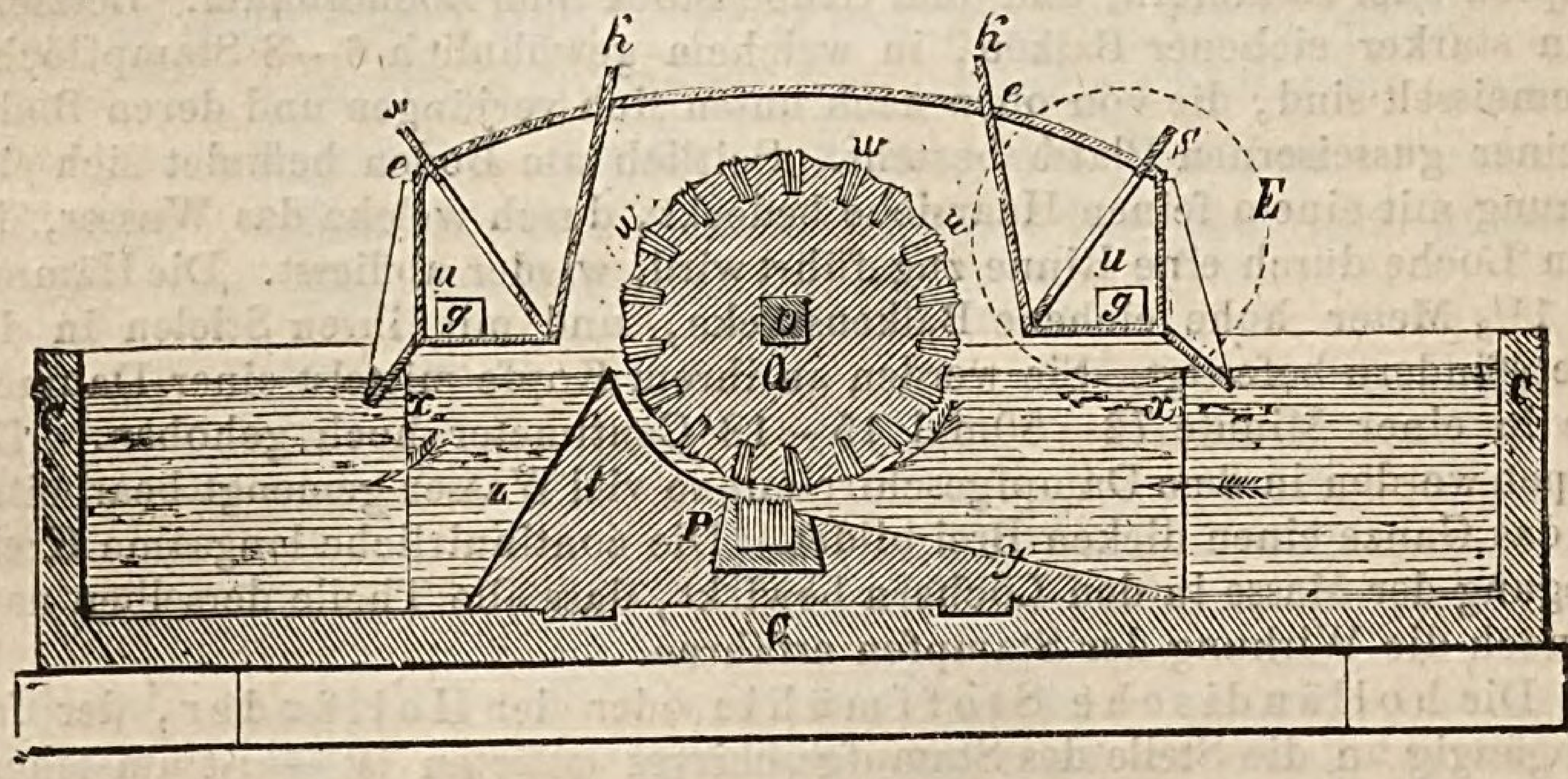
oder Messern gebildete Grundwerk, 3) der Kasten (Trog), in welchem das Grundwerk sich befindet und die Walze sich dreht, 4) die Haube oder der Verschlag, welcher über den Trog geht und ein Herausschleudern der Masse verhindern soll. Der Kasten *C C* ist ein länglich viereckiger Trog. Der

Fig. 15.



hohle Raum des Holländerkastens wird durch eine Wand *x x*, die gleiche Höhe mit den äusseren Wänden hat, jedoch nur den mittleren Theil der

Fig. 16.



Länge einnimmt, in zwei Abtheilungen, die Arbeitsseite (wo das Zermalmen der Lumpen vor sich geht) und die Laufseite geschieden, die aber an der schmalen Seite des Kastens mit einander in Verbindung stehen. Die Arbeitsseite, in der die Walze und das Grundwerk sich befinden, ist etwas breiter

als die andere Abtheilung, daher steht die Papiermasse an der leeren Seite stets höher als an der Walzenseite und daher dieser auch mit einer gewissen, durch die Unterschiede im Niveau bedingten Geschwindigkeit zuströmt. Unter der Walze ist auf dem Boden des Holländerkastens ein massiver eichener Holzblock *t*, der Kropf, der mit seinem oberen concaven Theile fast den vierten Theil des Umkreises der Walze concentrisch umfasst und zu beiden Seiten in einer geneigten Fläche abfällt, die in der Figur mit *y* bezeichnete ist sanft abgedacht, *z* dagegen ist sehr steil. Ausserhalb zwischen den Ständern *h i*, *h i*, befinden sich zwei starke Bohlen *l m*, *l m*, in welchen die Metallager *n n* für die eiserne Welle *o o* angebracht sind. Auf der eisernen Welle befindet sich die Walze *Q*, die massiv aus Eichenholz gefertigt ist. Auf dem Umkreise der Walze ist eine Anzahl Schienen (Messer) eingelassen, die mit der Walzenaxe parallel stehen und deren Kanten 3—5 Centimeter über die cylindrische Oberfläche des Holzkörpers vorstehen. Die Schienen sind entweder aus weicherem Stahl (Bessemerstahl) oder aus verstähltem Eisen, selten und nur bei Ganzstoffholländern sind die Schienen aus Bronze. Senkrecht unter der Walze ist in einer Vertiefung des Kropfes das Grundwerk eingelassen. Das Grundwerk besteht aus einer Vereinigung einer Anzahl auf der Kante stehender, zugeschärfter Schienen von demselben Materiale wie die Schienen der Walze. Damit bei der Bewegung der Walze kein Papierstoff durch Centrifugalkraft herausgeschleudert werde, ist ein Theil des Kastens mit einem Dache, der Haube bedeckt. An jedem der beiden Enden der Haube ist durch einen Boden ein dreiseitiger Raum *u* abgeschlossen, welcher an der gegen die Walze hin gekehrten Seite anstatt der Wand einen mit Messingdraht bespannten Rahmen hat. Gegen diesen Rahmen wird, so lange bei der Arbeit im Holländer das Auswaschen des Papierstoffes nöthig ist, von der schnell umlaufenden Walze Stoff geschleudert; das unreine Wasser dringt dabei durch die Siebe in die Räume *u u* und fliesst durch die Oeffnungen *g g* ab. Die Arbeit in der Stoffmühle geschieht auf folgende Weise: Nachdem der Kasten mit der erforderlichen Wassermenge angefüllt worden ist, werden die zerschnittenen Hadern hineingeschüttet. Hierauf wird die Walze in Bewegung gesetzt, mit einer Geschwindigkeit von 100—150 Umläufen in der Minute. Die Messer derselben schlagen mithin äusserst schnell in die Flüssigkeit und ziehen die Lumpen mit Gewalt in den Raum hinein, der zwischen dem Walzenumkreise und dem Grundwerke sich befindet, zerreissen sie, indem die Messer der Walze und die des Grundwerkes wie Scheerenschneiden gegen einander wirken, und werfen endlich die Lumpen über die höchste Kante des Kropfes wieder aus. Von hier fliesst die Masse über die steile Abdachung des Kropfes *z* herunter, stösst dabei auf den Theil, der in dem zunächst liegenden Theile des Kastens sich befindet, und bewirkt so eine langsame Strömung, welche die Papiermasse stets wieder von der Seite *y* der Walze zuführt. Auf diese Weise wird der doppelte Erfolg erzielt, dass in der ununterbrochen bewegten Masse die Lumpen sich nicht absetzen können, dass ferner alle Theile derselben wiederholt unter die Walze gelangen. Bei Beginn der Arbeit wird die Walze so gestellt, dass zwischen ihr und dem Grundwerke ein gehöriger Zwischenraum bleibt. In dieser Phase werden die Lumpen wenig zerkleinert, dagegen gewaschen, wo die Waschscheiben auf die im vorigen Abschnitte erklärte Weise wirken. Später lässt man die Walze mehr herab, um mit dem Waschen schon eine Zerkleinerung zu bewirken; zuletzt wird endlich die Walze dem Grundwerk möglichst genähert, die Blindscheibe eingeschoben

und der Wasserzufluss eingestellt, und das Zermalmen fortgesetzt, bis die Lumpen den gehörigen Feinheitsgrad erlangt haben.

Wenn nicht schon die Lumpen gebleicht wurden, so ist es zur Herstellung eines schönen weissen Papiers unumgänglich nothwendig, den Halbstoff zu bleichen. Das Bleichen geschieht entweder mit Chlorgas, oder mit Chlorwasser, oder mit Chlorkalk und anderen Bleichsalzen, mit letzteren entweder im Halbstoffholländer oder ausserhalb desselben. Um das von der Bleiche im Papierstoffe zurückgebliebene Chlor und die durch die Einwirkung des Chlores entstandene Salzsäure zu neutralisiren, setzt man beim darauf folgenden Waschen etwas Soda oder Potasche, oder besser Antichlor zu, da namentlich der letzte Rest von Chlor der organischen Substanz hartnäckig anhängt und durch blosses Waschen kaum beseitigt werden kann. Als Antichlor dient hauptsächlich unterschwefligsaures oder schwefligsaures Natron.

Nachdem durch Waschen und Anwendung von Antichlor alle durch die Bleiche dem Halbstoffe mitgetheilten, dem Papier nachtheiligen Substanzen entfernt worden sind, kommt der Stoff in den Ganzstoffholländer, um in Ganzstoff verwandelt zu werden. Ungeachtet der sorgfältigsten chemischen Bleiche ist der Ganzstoff nie vollkommen weiss, sondern besitzt stets noch einen schwachen gelblichen Schein, welchen man durch das sogenannte Blauen möglichst zu entfernen strebt. Zu diesem Behufe setzt man dem Ganzstoffe in dem Holländer, kurz bevor er völlig fein gemahlen ist, eine kleine Menge einer blauen Farbe: Ultramarin, Pariserblau, Indig (früher Smalte oder andere blaue Kobaltfarben) zu, zuweilen in einem solchen Verhältniss, dass eine schwach bläuliche Nüance der Papiermasse bemerklich wird. Vom Ultramarin setzt man auf 100 Kilogr. trockene Papiermasse, je nach der Stärke der Bläuung, 0,5—1,5 Kilogr. zu. In vielen Fällen, insbesondere bei der Bereitung des Maschinenpapieres, wird der bereits gebläute Ganzstoff im Holländer noch geleimt. Dieses Verfahren wird das Leimen in der Bütte oder die Masseleimung genannt. Die Leimung des Papierstoffes anstatt des Papierblattes gewährt mancherlei Nutzen, denn man umgeht nicht allein das Leimen als besondere Arbeit, die mit Aufwand an Zeit und Arbeitslohn verknüpft ist, sondern man erreicht auch eine weit gleichförmigere, durch die ganze Masse des Papierbogens hindurch gehende Leimung. Gewöhnlicher Leim ist bei der Masseleimung nicht wol anzuwenden, da derselbe in der Zeit, die bis zur Herstellung des vollendeten Papierbogens verstreicht, leicht fault. Dagegen hat sich die vegetabilische Leimung vollkommen bewährt, die immer auf die Erzeugung von harzsaurer Thonerde (pininsaure Thonerde) hinaus kommt. Alle Vorschriften stimmen dahin überein, dass sie zunächst die Darstellung einer Harzseife verlangen, welche dann im Holländer durch Alaun oder schwefelsaure Thonerde zersetzt wird. Das Stärkemehl, das man gewöhnlich zusetzt, hat bei der Bereitung des vegetabilischen Leimes nur eine untergeordnete Bedeutung und lässt sich auch ohne Nachtheil weglassen.

Die Ueberführung des mit Wasser zu einem dünnen Brei verdünnten Ganzstoffes in Papierbögen geht vor sich 1) durch Ausbreitung des Stoffes zu einer dünnen gleichförmigen Schicht, 2) durch Entwässerung dieser Schicht, verbunden mit Verdichtung der zurückgebliebenen festen Masse. Die erste der Operationen, durch welche aus dem Ganzstoff das Papier dargestellt wird, ist das Schöpfen, wodurch der flüssige Stoff aus einer siebartigen Fläche, der Form, zu einer dünnen Schicht ausgebreitet wird, wobei

zugleich eine Abscheidung eines grossen Theiles des Wassers durch Filtration stattfindet. Der Ganzstoff, so wie er den Holländer verlässt, fliesst entweder sofort in die Schöpfbütte, aus welcher die Papierbögen geschöpft werden, oder er wird in einen besonderen Kasten, den Stoff- oder Zeugkasten gebracht, in welchem er bis zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt wird. Die Schöpfbütte ist ein rundes oder länglich viereckiges Gefäss aus Holz. An der einen Seite der Bütte steht der mit dem Schöpfen beschäftigte Arbeiter, der Schöpfer. Der Bütteninhalt wird während des Schöpfens erwärmt.

Die zum Schöpfen angewendeten Papierformen sind ein Gewebe aus Messingdraht, das so beschaffen sein muss, dass es das Wasser möglichst schnell abfliessen lässt, ohne Papierstoff hindurchzulassen. Man hat zwei Arten von Formen, nämlich 1) die gerippten Formen, deren Gitter aus parallel neben einander liegenden Drähten besteht, welche in gewissen, durch Querleisten bestimmten Entfernungen mit einander durch quer durchflochtene Bindedrähte verbunden sind. Auf solchen Formen dargestelltes Papier heisst geripptes Papier, welches stets zu den mittleren oder geringeren Papiersorten zu rechnen ist, bei dessen Fabrikation weniger Glätte der Oberfläche, als Verminderung der Arbeitszeit verlangt wird; 2) die Velinformen bestehen, nicht wie die gerippten Formen aus einem Geflechte, sondern aus einem auf dem Webstuhle gefertigten feinen Messingdrahtgewebe. Das mit diesen Formen geschöpfte Papier, das Velinpapier erhält eine zartgekörnte, ebene Oberfläche, der durch Pressen und Satiniren grosse Glätte und selbst ein gewisser Grad von Glanz ertheilt werden kann. Auf den gerippten wie auf den Velinformen pflegt man das Fabrikzeichen, eine Firma, ein Wappen u. dergl. von Draht gebildet, anzubringen, wodurch diese Zeichen im Papier als stärker durchscheinend sich darstellen (Wasserzeichen).

Die Arbeit an der Schöpfbütte geschieht von zwei Arbeitern, nämlich dem Schöpfer, welcher mit den Formen das Papier aus der Bütte nimmt, und dem Kautscher, welcher die so entstandenen Papierbogen ab und zwischen die Filze einlegt, eine Arbeit, welche das Kautschen genannt wird. Sobald ein Stoss von einer gewissen Höhe, ein Pauscht, entstanden ist, so wird über den obersten Papierbogen noch ein Filz, darüber ein Brett gelegt und der ganze Stoss unter die Presse gebracht. Die Anzahl Bogen in einem Pauscht beträgt meist 181 (man nimmt an, dass drei Pauscht $181 \times 3 = 543$ Bogen 20 Buch $= 480$ Bogen geleimten und 500 Bogen nicht geleimten Papieres liefern). Das Pressen trägt wesentlich mit dazu bei, die Festigkeit und Glätte des Papieres zu erhöhen. Nach dem Auspressen wird das Papier getrocknet. Die getrockneten Papierbögen sind, sofern sie nicht bereits in der Bütte geleimt wurden, wassereinsaugend, weich und von geringer Haltbarkeit. In diesem Zustande heisst das Papier ungeleimtes Papier und eignet sich nur zur Anwendung als Lösch- oder Fliesspapier, Filtrirpapier, Pack- und Druckpapier. Behufs seiner Benutzung als Schreib- und Zeichenpapier ist es dagegen nothwendig, dass das Papier geleimt werde. Durch das Leimen sollen die Poren des Papieres mit einer Substanz ausgefüllt werden, welche der Feuchtigkeit widersteht und die Capillarität des Papieres aufhebt. Der gewöhnliche Leim kann diese Bedingungen nicht erfüllen, weil er im getrockneten Zustande beim Zusammenbringen mit Wasser wieder erweicht. Dieser Uebelstand wird aber beseitigt, wenn man dem Leim ein lösliches Thonerdesalz, wie Alaun oder schwefelsaure Thonerde zu-

setzt. Der Papierfabrikant bereitet sich seinen Leim selbst aus Hammelfüssen und den Abfällen der Gerbereien, indem er diese Materialien mit Wasser sieden lässt, bis alles Lösliche ausgezogen ist, das so erhaltene Leimwasser filtrirt und dann mit Alaun versetzt. Die Leimung erfolgt, indem der Leimer 80—100 Bogen in die Hände nimmt und in der Leimbütte so bewegt, dass jeder Bogen in zweiter Wendung mit Leimlösung getränkt ist. Nach dem Leimen findet das Appretiren des Papieres statt. Zunächst kommt das Auslesen oder Putzen, welches die Entfernung aller fremdartigen Körper und beschädigten Bogen zum Zwecke hat. Das ausgelesene Papier wird gezählt und zusammengelegt. Man legt das Papier in ganzen oder halben Buchen zusammen, 24 Bogen geleimtes und 25 Bogen nichtgeleimtes Papier machen ein Buch, 20 Buch ein Ries, 10 Ries einen Ballen. Das oberste und das unterste Buch eines jeden Ries besteht in der Regel aus Ausschussbogen. Eine glatte Oberfläche des Papieres wird durch Pressen erzielt, wobei jedesmal die Bogen in anderer Richtung aufeinander gelegt werden. Die meisten Papiersorten erlangen durch das Pressen ihre Vollendung, nur die feinsten Papiere (z. B. Briefpapier) werden noch durch das Satiniren geglättet. Man satinirt entweder in der Presse oder mittelst eines Walzwerkes (Satinirmaschinen).

Maschinenpapier. Um ein fortlaufendes Papierband von unbestimmter Länge und einer bestimmten Breite mit Hülfe der Papiermaschine zu erzeugen, hat die Maschine den von der Stoffmühle kommenden Ganzstoff nach einander 1) auf die passende Consistenz durch Verdünnen mit Wasser zu bringen; 2) den Ganzstoff durch die Knotenmaschine von Knoten zu befreien; 3) mit dem von Knoten befreiten, breiartigen Ganzstoff mittelst des Regulators den Stoff- oder Zeugbehälter regelmässig so zu speisen, wie es zur geordneten Ablieferung des Stoffes auf die Form und zur Erzeugung eines möglichst gleichdicken Papierblattes erforderlich ist; der Ganzstoff wird in einen gleichmässigen Strahl von der Breite des herzustellenden Papieres ausgebreitet; 4) der so zuströmende Ganzstoff wird in ein scharfgerandetes Blatt geformt; 5) das so entstandene Papierblatt von dem grössten Theile des Wassers zu befreien und zwar durch Abtropfenlassen, durch luftverdünnten Raum und durch Pressen; 6) den zurückgebliebenen Rest des Wassers durch Wärme zu entfernen, indem man das Papier um grosse mit Dampf geheizte Cylinder führt; 7) das fertige Papier mittelst einer Papierschneidemaschine in Bogen von den üblichen Formatgrössen zu zerschneiden.

Das auf der Maschine verfertigte Papier gelangt entweder in langen zusammengerollten Blättern in den Handel, namentlich zur Anwendung in der Tapetenfabrikation, zum Zeichnen u. s. w., oder man schneidet es in Bögen nach den verlangten Formaten. Zum Zerschneiden wendet man zuweilen ein grosses Messer aus freier Hand an. Meist bedient man sich aber gegenwärtig zum Zerschneiden des Papieres besonderer Papierschneide-

maschinen, welche man entweder mit der Papiermaschine zu einem Ganzen verbindet oder für sich gebraucht. Das buch- und riesweise zusammengelegte Papier wird noch an den Rändern beschnitten, wozu man und zwar vorzugsweise in England verschiedene Maschinen, Beschneidemaschinen, in Anwendung gebracht hat.

Pappe. Die unter dem Namen Pappe oder Pappendeckel bekannten Blätter aus Papiermasse können auf dreierlei Weise erhalten werden, nämlich 1) durch Schöpfen von Bogen von der Dicke der herzustellenden Pappe — geschöpfte oder geformte Pappe; 2) durch Vereinigen von frisch geschöpften Papierbögen durch Pressen — gekautschte Pappe; 3) durch Aufeinanderleimen von fertigen Papierbögen — geleimte Pappe.

1) Die geschöpfte oder geformte Pappe ist die geringste Sorte, die nur zu ordinären Papparbeiten und zum Einpacken Anwendung findet. Als Material verwendet man diejenigen Lumpen, die sich nicht zur Herstellung von Papier eignen, ferner Buchbinderspäne, Abfall der Papierfabriken, Holzstoff u. dergl. Die Lumpen werden zerschnitten und dann zu grobem Stoff verarbeitet. Gewöhnlich setzt man zu der fertigen Masse Thon oder Kreide. Das Schöpfen geschieht mit Hülfe von groben gerippten Formen, die, um viel Stoff aufzunehmen, mit einem hohen Deckel versehen sind. Das Kautschen und Pressen zwischen den Filzen und ohne dieselben wird auf dieselbe Weise wie bei der Herstellung von Bogen vorgenommen.

2) Die gekautschte Pappe wird aus besseren Materialien dargestellt als die geschöpfte Pappe. Die zum Schöpfen dienenden Formen sind den in der Papierfabrikation angewendeten völlig gleich. Auch die Verfertigung der Pappe ist von der des Papieres nur dadurch verschieden, dass man beim Kautschen der Pappe immer erst einige in der Dicke eines starken Papieres geschöpfte Bogen ohne Zwischenlage aufeinander legt, ehe wieder ein Filz darüber gedeckt wird. Eine dichte Sorte gekautschter Pappe bilden die Pressspäne (Glanzpappe), die beim Ausrüsten des Tuches, in den Buchdruckereien zum Pressen und Glätten der bedruckten Bogen u. dergl. Anwendung finden. Der Stoff dazu wird in der Bütte geleimt. Häufig setzt man Holzstoff und gebrannten Kalk zu. In das Innere der Pressspäne nimmt man Papierbögen aus gröberem Stoffe.

3) Die geleimte Pappe (Kartenpapier) entsteht durch Aufeinanderkleben von 2—15 Bogen geleimten Papieres, wobei man gewöhnlich sich des Stärkekleisters bedient. Die aneinander geklebten Bogen werden gepresst und zuweilen auch satinirt. Die geringeren Sorten geleimter Pappe stellt man aus gewöhnlichem ungeleimten Druckpapier dar, welchem man nur oberflächlich eine Lage von geleimtem Papier giebt.

Die in neuerer Zeit häufig zu Relief-Ornamenten angewendete Steinpappe wird aus Ganzstoff, Leimlösung, gepulvertem Cäment, Thon und Kreide oder Barytweiss gebildet. Das Papiermaché, so wie es zu Dosen, Puppenköpfen, Zuckerformen, Zellen für galvanische Batterien etc. Anwendung findet, wird auf verschiedene Weise erhalten. Gewöhnlich bereitet man aus altem Papier durch Kochen mit Wasser einen Teig, den man nach

Beseitigung des überschüssigen Wassers durch Auspressen mit Leimlösung, Gummi oder Stärkekleister versetzt und dann in geölte Formen drückt. Nach dem Trocknen werden die geformten Gegenstände mit Leinöl getränkt und dann bei höherer Temperatur „gebacken“. Meist mengt man die Papiermasse mit Sand, Thon, Kreide oder Schwerspath.

Gefärbtes und buntes Papier. Die durch die ganze Masse hindurch gefärbten Papiere werden entweder auf die Weise dargestellt, dass man schon farbige Lumpen anwendet (naturfarbige Papiere, wie das braune Packpapier) oder den aus halbweissen Lumpen bereiteten Ganzstoff in der Bütte färbt (im Zeug gefärbte Papiere, wie das Zucker- und Nadelpapier). Zum Färben der Papiermasse wendet man Mineralfarben oder auch neuerdings vielfach die Theerfarben, zur Erzeugung von Blau fast durchweg das Ultramarin an.

In der Fabrikation der bunten Papiere bereitet man Lösungen mineralischer, chemischer oder vegetabilischer Farbstoffe nach den Regeln der Färberei (Saftfarben, flüssige Farben) oder rührt feine erdartige Farben (Deckfarben, Körperfarben) mit einer klebrigen Flüssigkeit (Stärkekleister, Lösung von arabischem Gummi, von Dextrin oder von mit Alaun versetztem Leim) an, und trägt diese Flüssigkeiten mittelst eines Schwammes oder einer Bürste auf das Papier auf, wenn nur eine Seite gefärbt werden soll, oder zieht den Bogen ohne Weiteres durch die Farbenbrühe.

Pergamentpapier. Diese Papiersorte besitzt in den meisten seiner Eigenschaften eine solche Analogie mit einer thierischen Membran, dass sie mit Recht vegetabilisches Pergament genannt worden ist. Sie entsteht durch die Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder einer Lösung von Chlorzink auf ungeleimtes Papier.

Das Pergamentpapier besitzt dieselbe Farbe und durchscheinende Beschaffenheit wie das thierische Pergament, auch hat sich bei ihm der faserige Zustand in eine hornartige Beschaffenheit verwandelt, und ebenso hat es in Bezug auf Cohäsion, Biegsamkeit, Hygroskopicität u. s. w. viel Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Pergament. In Wasser getaucht, wird es weich und schlaff, ohne an Festigkeit zu verlieren. Es wird durch Kochen mit Wasser nicht angegriffen und fault auch nicht. Ein anderer Vorzug des Pergamentpapieres im Vergleich mit dem gewöhnlichen Pergamente besteht darin, dass ersteres weit weniger als letzteres der Zerstörung durch Insekten ausgesetzt ist. Die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Pergamentpapieres lässt dasselbe zu Plänen und Zeichnungen, namentlich zu Bauzeichnungen, die nicht selten der Nässe ausgesetzt sind, als besonders geeignet erscheinen. Ferner kann das Pergamentpapier zum Einbinden von Büchern ausgedehnte Anwendung finden. Anstatt der Thierblase eignet es sich zum Verschliessen von Gläsern mit eingemachten Früchten, mit Extracten, Syrupen etc., zur Verbindung der Theile von Destillir- und anderen Apparaten, zu künstlichen Wurstdärmen. In der Chirurgie verwendet man es statt der Leinwand, des Wachstuches und der Guttapertja bei Wundflächen.

Die Produktion an Papier beträgt gegenwärtig (1874) in Europa in nahezu 3000 Fabriken gegen 18 Millionen Centner. Es kommen davon auf das

Deutsche Reich . . .	3,6	Millionen
England	3,6	„
Frankreich	3,0	„
Oesterreich-Ungarn .	1,6	„

Das Stärkemehl.

Das Stärkemehl (oder Amylum) gehört zu den verbreitetsten Substanzen des Pflanzenreiches und nähert sich unter allen organischen Verbindungen am meisten der Cellulose; seine Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ ist die nämliche. In Folge seines lockeren Zusammenhanges lässt sich das Stärkemehl durch chemische und physikalische Agentien mit Leichtigkeit in Stärkegummi (lösliche Stärke, Dextrin) und in Zucker überführen, und wird dadurch zu einer der in technischer Hinsicht wichtigsten Substanzen. Mit seltenen Ausnahmen kommt das Stärkemehl in Körnerform oder Kügelchen von bestimmter Gestalt und Grösse vor. Das einzelne Stärkemehlkorn ist nicht durch und durch homogen, sondern besteht aus zahlreichen, aneinander gelagerten Schichten, die im Allgemeinen, je weiter nach innen um so wasserhaltiger sind. Der innerete Theil des Kornes stellt sich gewöhnlich als eine lufterfüllte Höhle dar, um welche herum die Schichten abgelagert zu sein scheinen. In der Regel liegen die dickeren Stellen aller Schichten sämmtlich nach einer Richtung hin; sind die Schichten überall gleich dick, so bleiben die Körner kugelförmig; sind sie in der Aequatorialzone dicker, so nimmt das Stärkemehlkorn eine linsenförmige Gestalt an u. s. w. Bei der mikroskopischen Prüfung zeigen sich die Grenzen der Schichten als Linien, bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt, welche um die Centralhöhlung herumlaufen.

Das gewöhnliche Stärkemehl enthält im lufttrockenen Zustande noch ungefähr 18 Proc. Wasser. In diesem Zustande besitzt das Stärkemehl, obgleich es pulverförmig ist, doch noch grosse Neigung, sich zu Ballen zu vereinigen. An feuchter Luft aufbewahrtes Stärkemehl enthält gegen 35,5 Proc. Wasser. In kaltem Wasser ist es vollkommen unlöslich. Bei einer Temperatur von 160° geht gewöhnliche Stärke in Dextrin über. Erwärmt man Stärkemehl mit der 12—15fachen Wassermenge bis auf 55°, so findet keine sichtbare Veränderung der Stärke statt; bei einer Temperatur von 55—88° beginnen die jüngeren Stärkekörner aufzuschwellen, und je höher die Temperatur steigt, eine desto grössere Anzahl von Körnern zeigt diese Wirkung; bei höherer verdickt sich die Flüssigkeit und bildet dann den Kleister, dessen Consistenz bis 100° noch zunimmt. Die Kleisterbildung geht vor

sich durch das Platzen der Schichten und durch Wasseraufnahme der schwammigen Masse. Die Stärke wird durch Jod eigenthümlich blau oder violett gefärbt. Die trockene Stärke besitzt ein spec. Gewicht von 1,53, sie setzt sich demnach leicht aus dem Wasser ab. Das Stärkemehl löst sich unter Dextrinbildung, wenn man die Stärke mit Malzauszug (sogenannter Diastase) oder verdünnten Säuren zusammenbringt. Durch fortgesetzte Einwirkung von Malzauszug und Säuren geht die Stärke unter Wasseraufnahme in Stärkezucker über.

Nur wenige Pflanzen enthalten die Stärke in solcher Menge, dass mit Vortheil daraus das Stärkemehl abgeschieden werden könnte; diese Pflanzen sind a) die Kartoffeln (20 Proc. Stärke), b) der Weizen (55—65 Proc. Stärke), c) der Reis (mit 70—73 Proc. Stärkemehl), d) die Wurzel von *Jatropha Manihot*, e) die Wurzel von *Maranta arundinacea*, f) das Palmenmark, g) die *Canna coccinea* (wegen des alle Monate erfolgenden Blühens *Tous le mois* genannt). Hierzu kommt noch in neuerer Zeit die Maisstärke, welche in Nordamerika, in Oesterreich und in Ungarn im Grossen dargestellt wird. In Deutschland stellt man das Stärkemehl nur aus Kartoffeln, Reis und Weizen dar; bei der Gewinnung aus Weizen hat man die Stärke aus einer grossen Menge Kleber auszuscheiden, während bei den Kartoffeln die Stärke in Zellen eingeschlossen ist, die ausserdem nur wenig andere Stoffe enthalten.

Die Kartoffeln bilden das wichtigste Material der Stärkefabrikation. Ihre mittlere Zusammensetzung ist folgende:

	Frische Knollen.	Bei 100° getrocknet.
Wasser . . .	75,9	—
Albumin . .	2,3	9,6
Fett	0,2	0,8
Cellulose . .	0,4	1,7
Salze	1,0	4,1
Stärkemehl .	20,2	83,8
	100,0	100,0

Die Kartoffeln werden gereinigt und dann nach dem Reibcylinder gebracht. Die Leistung der Reibmaschine ist um so vollkommener, je vollständiger alle Zellen geöffnet, je weniger dagegen Zellen in Bruchstücke verwandelt werden. Der Brei kommt sofort auf die Apparate zum Auswaschen. Der wesentlichste Theil derselben ist ein geneigtes Sieb, aus mehreren Reihen Drahtgewebe in verschiedenen Abstufungen der Feinheit bestehend, welches sich über einem in mehrere Abtheilungen getheilten Trog befindet. Der Kartoffelbrei gelangt aus dem Reibcylinder in einen am untersten Theil des geneigten Siebes befindlichen Raum. Von hier aus führen ihn zwei Vaucanson'sche Ketten auf die beiden Gewebe bis zum obern Theil des geneigten Siebes, wo der ausgewaschene und erschöpfte Brei beseitigt wird. In der ganzen Länge des Siebes fliesst ein Wasserstrahl auf den Brei. Das Wasser gelangt mit der Stärke durch die Maschen des Siebes in einen Sammelbottich.

Das Resultat des Auswaschens ist eine milchweisse Flüssigkeit, aus welcher in den Sammelbottichen sich nach einigen Stunden alle Stärke vollständig abgesetzt haben wird. Nachdem die darüber stehende Flüssigkeit abgelassen wurde, rührt man das Stärkemehl mit neuem Wasser an und lässt einen Augenblick ruhen, damit schwere Körper, wie Steinchen, Erde u. s. w.,

sich ablagern können, und zieht das aufgeschlämmte Stärkemehl durch ein feines Sieb. Das Abschlämmen wird, je nach der Stärkesorte, die man darzustellen beabsichtigt, nochmals oder auch zweimal wiederholt, wobei man Siebe mit engeren Maschen als vorher anwendet. Nach dem letzten Auswaschen setzt sich das Stärkemehl am Boden der Sammelbottiche ab und bildet eine genügende harte Masse, um sich leicht in Stücke schneiden zu lassen. Man bringt nun diese Stücke auf mit Leinwand bedeckte Horden und breitet durch Schütteln die Stärke darauf aus. Nach etwa 24 Stunden bringt man die abgetropfte Stärke auf eine Gypsunterlage von 2 Decimeter Dicke und lässt sie je nach der Witterung und Jahreszeit 1—2 Tage darauf liegen. Durch den Gyps wird der Stärke so viel Wasser entzogen, dass sie nun den Trockenkammern übergeben werden kann. In neuerer Zeit sucht man die Entfernung des Wassers von den Stärkekörnern durch Centrifugiren der Stärkemilch zu erreichen. Soll die Stärke zur Fabrikation von Dextrin oder Stärkezucker dienen, so braucht man sie nicht zu trocknen. Die feuchte Stärke, welche ungefähr 33 Proc. Wasser enthält und den Namen grüne Stärke führt, lässt sich, ohne zu verderben, längere Zeit aufbewahren. Die Temperatur der Trockenstuben darf im Anfange nicht über 60° steigen, weil sonst in Folge des hohen Wassergehaltes die Stärke sofort in Kleister übergehen würde. Nachdem die Stärke getrocknet ist, zerdrückt man die locker zusammengebackenen Stücke mit Hülfe einer eisernen Walze oder auch, indem man die Stücke zwischen Bronzewalzen hindurchgehen lässt, und bringt sie entweder zerbröckelt in den Handel (als sogenannte Schäfchen) oder beutelt sie. Die Stengelstärke gewinnt man, indem man die feuchten Stärkekuchen mit Stärkekleister zu einem dicken Teig knetet und diesen Teig durch Trichter mit vielen engen Oeffnungen (Zotten), welche über Horden durch Maschinen in constantem Abstand herumgeführt werden, gehen lässt.

Von den Cerealien findet allein der Weizen (welcher im lufttrockenen Zustande im Durchschnitte 55—65 Proc. Stärke enthält) zur Fabrikation der Stärke Anwendung.

Die Zusammensetzung des Weizenkornes ist (nach W. Pillitz, 1872)

	(α)	(β)
Wasser	12,75	12,35
Stärke	64,58	63,10
Unlösl. Asche	1,00	0,20
Fett	1,61	1,78
Zellstoffe	2,71	3,86
Unlösl. Albuminate	9,65	9,56
Dextrin	1,53	1,62
Zucker	1,39	0,51
Lösl. Albumin	0,29	1,38
Lösl. Asche	0,71	1,44
Extractivstoffe	3,59	3,27
	99,81	99,07

(α) Stammbaumweizen: (β) Rheinischer Weizen von Cleve.

Von den Bestandtheilen des Weizens ist hervorzuheben, dass

	Stärkemehl	
	Kleber . .	in Wasser unlöslich,
	Hülle . . .	
	Salze . . .	
	Albumin .	in Wasser löslich sind,
und	Dextrin . .	

und dass von den drei erstgenannten unlöslichen Weizenbestandtheilen der Kleber von Milchsäure und verdünnter Essigsäure gelöst wird, während sich Stärkemehl und Hülle darin nicht lösen. Man wählt zur Stärkefabrikation einen Weizen, der auf mässig cultivirtem Boden gebaut wurde und arm an Kleber, reich an Stärkemehl ist.

Man gewinnt die Stärke aus dem Weizen entweder mit oder ohne Gährung. Nach dem ersteren (minder rationellem) Verfahren benutzt man meist Weizenschrot. Man rührt dasselbe mit *Sauerwasser*, d. h. dem von einer vorhergehenden Operation herrührenden, sauer gewordenen Wasser zu einem dünnen Brei ein und überlässt die Masse in Bottichen der Gährung. Sobald die Flüssigkeit in den Gährungsgefässen ziemlich klar erscheint und beim Kneten in der Hand die Stärke leicht abgiebt, ist die Masse zum Auswaschen geeignet. Zu diesem Behufe bringt man die gut umgerührte Masse in hanfene Säcke (Tretsäcke) und tritt sie in dem Tretfasse mit den Füssen aus. Die so gewonnene milchige Flüssigkeit wird in die Absüsswannen gebracht. Der Inhalt in den Säcken wird ein zweites und dann ein drittes Mal mit Wasser ausgetreten; der auf diese Weise von dem Stärkemehl befreite Rückstand ist ein Gemenge von Hüllen und Kleber und dient als Mastfutter. Die erhaltene milchige Flüssigkeit wird in den Sammelbottichen sich selbst überlassen; hier setzen sich nun die suspendirten Stoffe und zwar nach ihrem specifischen Gewichte ab, am Boden bildet sich eine feste Schicht von ziemlich reiner Stärke, dann kommt ein Gemenge von Stärke mit Hüllen und Kleber, und obenauf als oberste Schicht ein Schlamm, fast nur aus Kleber und Hüllen und nur kleiner Menge von Stärkemehl bestehend. Die über dem Absatz stehende Flüssigkeit ist das Sauerwasser, welchem zum Theil frisches Gemenge von Weizenschrot und Wasser zur Beschleunigung der Gährung zugesetzt wird, der übrige Theil wird mit den ausgetretenen Rückständen als Viehfutter verwendet. Die in den Sammelbottichen zurückbleibende Stärke wird mit Wasser angerührt und abermals absetzen gelassen. Um die Stärke aus den Absatzbottichen herausnehmen zu können, wird ihr ein Theil des Wassers durch aufgelegte Tücher entzogen; darauf entfernt man die Stärke aus den Kufen mit Hülfe eines spatenähnlicheu Instruments und trocknet sie auf die bereits angegebene Art. Wenn es sich um die Herstellung von Waschstärke handelt, so setzt man der Stärke während des Reinigungsprocesses eine kleine Menge von Ultramarin zu, die sich in dem Stärkemehl vertheilt und mit demselben absetzt. In neuerer Zeit hat man den Vorschlag gemacht, das Austrocknen der Stärke durch Anwendung der Centrifugalmaschine zu beschleunigen.

Nach dem neueren Verfahren der Stärkefabrikation ohne Gährung knetet man Weizenmehl mit Wasser zu einem Teige an. Der Teig bleibt vor dem Auswaschen $^1/_2$—2 Stunden liegen, damit der Kleber gehörig Wasser anziehe. Behufs des Auswaschens bringt man den Teig auf ein feines Draht-

sieb, das über einem mit Wasser angefüllten Bottich liegt. Ueber dem Sieb befindet sich eine Brause, welche feine Wasserstrahlen über den Teig giesst, der Teig wird in der Quantität von etwa 10 Pfd. geknetet, bis das Wasser nicht mehr milchig abläuft. Man lässt die Stärke aus dem Wasser sich absetzen, zapft das darüber stehende Wasser ab, rührt die am Boden des Bottichs befindliche Stärke mit etwas Wasser an und lässt die Flüssigkeit an einem warmen Orte leicht gähren, um den mit durchgegangenen Kleber leichter aufzulösen. Die Reinigung und Trocknung geschieht auf die gewöhnliche Weise. Nach der Methode von Martin erhält man aus 100 Th. Weizenmehl ungefähr 25 Proc. Kleber. Man verwendete ihn zuerst zur Fabrikation der Macaroni, der Nudeln u. s. w., indem man denselben mit gewöhnlichem Mehl und Wasser zu einem Teig knetete. Später schlug man vor, ihn statt des Albumins und Caseïns beim Zeugdruck oder im gefaulten Zustande als vegetabilischen Leim in Anwendung zu bringen. Da der frische Kleber leicht fault und deshalb in diesem Zustande nicht versendet werden kann, so hat man vorgeschlagen, den Kleber zu granuliren und dann zu trocknen.

Die Zusammensetzung der käuflichen Stärke ist folgende:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Wassser . . .	17,83	15,38	14,52	17,44	14,20	17,49
Kleber . . .	—	—	0,10	Spur	1,84	4,96
Faser	0,48	0,50	1,44	1,20	3,77	2,47
Asche	0,21	0,53	0,03	0,40	0,55	1,29
Stärkemehl .	81,48	83,59	83,91	81,32	79,63	73,79
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1) Feinste weisse Patentstärke in Stengeln, hatte ein sehr weisses, glänzendes, dem Krystallinischen fast ähnliches Aussehen und erwies sich als reine Kartoffelstärke; 2) Feinste blaue Patentstärke; mit Ultramarin gemischte Kartoffelstärke; 3) Reiner Weizenpuder; 4) Feine Weizenstärke in Brocken; 5) Mittelfeine Weizenstärke in gelblich weissen Brocken; 6) Ordinäre Weizenstärke in graulichgelben groben Brocken, die sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von Kartoffel- und Weizenstärke erwiesen. Der Wassergehalt der Stärke lässt sich (nach C. Scheibler's Verfahren) mit Leichtigkeit durch die Dichtigkeitsveränderung bestimmen, welche Alkohol erleidet, wenn er mit einer gewissen Menge wasserhaltiger Stärke digerirt wird.

Die Stärke wird angewendet zum Steifen der Wäsche, zum Leimen des Papieres, in der Leinen- und Baumwollenindustrie zur Bereitung der Schlichte und zur Appretur, zur Darstellung des Stärkegummis, des Stärkesyrups und Stärkezuckers, zur Fabrikation von Nudeln, künstlichem Sago u. s. w. Ausserdem ist sie das gebräuchlichste Nahrungsmittel, das wir in Gestalt von Brot und den sogenannten Mehlspeisen geniessen. Sie bildet ferner denjenigen Körper, aus welchem sich durch die Einwirkung gewisser Agentien Zucker und daraus Alkohol erzeugt, sie ist mithin das Rohmaterial zur Erzeugung von Branntwein, Bier u. s. w. Für die Haushaltungszwecke findet, wenn es sich um die Stärke als Nahrungsmittel handelt, nur die Kartoffelstärke (als Kartoffelmehl oder Kraftmehl) Anwendung; zum Steifen der Wäsche und zur Bereitung von Buchbinderkleister giebt man dagegen der Weizenstärke den Vorzug.

Andere Stärkesorten. Seit einigen Jahren wird in England, Frankreich, Belgien und dem deutschen Reiche Reisstärke in ganz enormer

Menge fabricirt. Der Reis enthält 70—74,8% Stärkemehl. Zur Abscheidung des Klebers wendet man schwache Natronlauge an. Der ungeschälte Reis wird damit 24 Stunden macerirt, darauf gewaschen, zwischen Walzen zerquetscht oder zwischen Mühlsteinen gemahlen und dann durch Siebe mit Hülfe von Bürsten getrieben, auf welchen die Kleie zurückbleibt. Die aus dem Waschwasser erhaltene Reisstärke wird nochmals gesiebt, gewaschen, getrocknet und in die vom Handel gewünschte Form gebracht. Aus der Lauge, die zum Maceriren des Reis gedient hat, schlägt man den Kleber durch Neutralisation mit Schwefelsäure nieder, welcher nach dem Waschen, Trocknen und Mahlen als Viehfutter verwendet wird. In einigen Staaten der nordamerikanischen Union und in Ländern, wo wie in Ungarn und in einigen Kronländern Cisleithaniens der Mais in ausgedehntem Maasse gebaut wird, stellt man Maisstärke (Maizena) dar, indem man die Maiskörner (welche im lufttrocknen Zustande 62,69 Proc. Stärke enthalten) bis zum Erweichen quellt, dann zerquetscht und aus dem Brei das Stärkemehl in Siebapparaten auswäscht. In neuerer Zeit hat auch die Fabrikation von Stärkemehl aus Rosskastanien in Frankreich eine gewisse Ausdehnung gewonnen. 100 Th. frische Kastanien geben 19—20 Proc. trockene Stärke, die sich jedoch durch einen bitteren Geschmack auszeichnet. Das Arrow-root oder Pfeilwurzelmehl ist das Stärkemehl von *Maranta arundinacea* und *M. indica*, zweier in Westindien wachsenden Cannaceen, aus deren Wurzelsprossen auf dieselbe Weise, wie aus den Kartoffeln, 7—20 Proc. Stärkemehl abgeschieden werden. Die Cassavastärke stammt aus den Wurzelknollen von *Jatropha Manihot* oder *Manihot utilissima*, einer Pflanze, welche in Westindien und Südamerika cultivirt wird. Die Wurzelknollen selbst führen den Namen Maniok. Das nach Europa eingeführte Luxusnahrungsmittel Tapioka ist nichts weiter als Cassava-Sago.

Auf den Molukken und Philippinen bereitet man aus dem Marke der Sagopalme (*Sagus Rumphii*) den bekannten Sago. Behufs der Sagobereitung werden die Stämme gespalten, wird das darin befindliche Mark herausgenommen, mit Wasser durchknetet und die Stärke dann auf Sieben von Cocospalmenfasern ausgewaschen. Nachdem die Palmenstärke aus dem Wasser sich abgesetzt hat, wird es ausgewaschen, auf Tücher zum Abtropfen gebracht und im noch feuchten Zustande durch Reiben durch Metallsiebe gekörnt. Die Körner lässt man auf eine heisse Kupferplatte fallen, wodurch die Stärke grösstentheils in Kleister verwandelt wird und nach dem Trocknen die bekannten regelmässigen und harten Körner bildet, welche beim Kochen in Wasser gallertartig werden, aber zum Theil ihre Form beibehalten. Ein grosser Theil des gegenwärtig im Handel vorkommenden Sago ist aus Kartoffelstärke dargestellt und mit Eisenoxyd oder gebranntem Zucker gefärbt.

Das Dextrin.

Das Dextrin (Gommeline, Stärkegummi, Leiokom) ist eine dem arabischen Gummi sowol seiner Zusammensetzung, als auch seinen übrigen Eigenschaften nach, nahestehende Substanz, welche sich durch kurze Zeit fortgesetzte Einwirkung verdünnter Säuren oder eines Malzaufgusses (Diastase) auf Stärkemehl und auch durch Rösten

des letzteren bildet. Es ist im reinen Zustande gewöhnlich gelblich gefärbt, leicht und vollkommen in Wasser zu einer klaren dickflüssigen, klebenden Lösung löslich, unlöslich in absolutem Alkohol. Seinen Namen erhielt es von seiner Eigenschaft, die Polarisationsebene der Lichtstrahlen kräftiger als irgend eine bekannte organische Substanz nach Rechts (*dexter*) abzulenken. Durch Jod wird es nicht blau gefärbt, sondern schwach rosenroth. Durch verdünnte Säuren geht das Dextrin in Traubenzucker über. Da das Dextrin in vielen Fällen ein wohlfeiles und brauchbares Surrogat des arabischen Gummi abgiebt, so ist seine Fabrikation zu einem nicht unbedeutenden Industriezweig geworden.

Die Bereitung von Dextrin durch gelindes Rösten (Röstgummi) ist eine sehr einfache Operation; es wird nämlich das Stärkemehl auf geeignete Weise so weit erhitzt, dass es eine gelbbraune Farbe annimmt. Die geeignetste Temperatur ist 225—260°. Die gelbe oder bräunliche Farbe des durch Rösten erhaltenen Dextrins schliesst das Röstgummi von gewissen Anwendungen, wie z. B. in dem Zeugdruck bei hellen Farben, total aus. Weisses Dextrin erhält man durch die Einwirkung sehr verdünnter Salpetersäure auf Stärkemehl.

Die Anwendung des Dextrins ist eine mannichfaltige, an der Stelle des arabischen Gummi dient es in dem Zeugdruck, zum Drucken von Tapeten, zum Appretiren und Steifen von Zeugen, als Kettenschlichte, zum Glasiren von Karten und Papier, als Mundleim, in der Chirurgie, um feste Bandagen bei Knochenbrüchen zu erhalten, zu feinerem Backwerk, bei der Bier- und Obstweinfabrikation, bei der Darstellung von einer Art englischem Pflaster u. s. w. Das Dextrin macht ferner einen nothwendigen Bestandtheil des Bieres aus und bildet sich beim Backen des Brotes auf der Oberfläche; es bildet zum Theil die Kruste des Gebäckes. Bei seiner Anwendung in der Zeugdruckerei als Verdickungsmittel ist nicht zu übersehen, dass es durch Säuren sich verflüssigt und in Zucker übergeht.

Die Zuckerfabrikation.

Der Zucker findet sich als sogenannter Rohrzucker, ferner als Traubenzucker (Glycose, Dextrose) und als Schleimzucker (nicht krystallisirbarer Zucker, Levulose oder Chylariose). In grösserer und in solcher Menge, dass die Darstellung des Zuckers im Grossen vortheilhaft ist, kommt der Rohrzucker vor in dem Zuckerrohr, dem Mais, der Zuckerhirse (*Andropogon glycichylum*), in dem Safte mehrerer Ahornarten, namentlich des Zuckerahorns, der Birke, in der Zuckerrübe, der Mohrrübe, in den Kürbissen, Melonen, Bananen, vielen Palmenarten u. s. w. Der Rohrzucker ist noch nicht künstlich dargestellt worden. Der krystallisirte Rohrzucker hat die

Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$. Die Zuckerkrystalle (Kandiszucker) haben ein specifisches Gewicht von 1,6. An trockener Luft bleiben sie unverändert. Beim Erhitzen bis auf 180° schmelzen sie zu einer klebrigen farblosen Flüssigkeit, welche nach raschem Erkalten zu einer durchsichtigen, amorphen Masse (Gerstenzucker) erstarrt, die nach längerem Aufbewahren undurchsichtig wird (abstirbt) und ein krystallinisches Gefüge zeigt. Bei 210—220° verwandelt sich der Zucker in gebrannten Zucker oder Caramel. Der Zucker löst sich in dem dritten Theile seines Gewichtes kaltem Wasser, in allen Verhältnissen in siedendem Wasser. Die wässerige Lösung ist von rein süssem Geschmack. In concentrirtem Zustande lässt sie sich in verschlossenen Gefässen unverändert aufbewahren und conservirt selbst andere Gegenstände, wie z. B. Früchte, worauf sich das Einmachen derselben gründet.

Die wässerige Rohrzuckerlösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab. Verdünnte Schwefelsäure, Salzsäure und die meisten anderen organischen und Mineralsäuren verwandeln den Rohrzucker in Intervertzucker, der ein Gemenge ist von Dextrose mit Levulose. Eine Folge davon ist, dass der Rohrzucker im Pflanzenreiche nur in neutralen Pflanzensäften sich vorfindet, während in Säften, die wie z. B. der Traubensaft, freie Säuren (Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure) enthalten, niemals Rohrzucker, sondern Dextrose und Levulose sich findet. Unter der Mitwirkung von Hefe spaltet sich der Zucker und giebt die gewöhnlichen Produkte der geistigen Gährung: Alkohol, Kohlensäure, Glycerin und Bernsteinsäure; bevor er sich spaltet, verwandelt er sich aber in Levulose. Der Rohrzucker verbindet sich mit den alkalischen Basen, ohne sich zu zersetzen, und bildet mit denselben die Saccharate. Einige dieser Verbindungen sind für die Darstellung des Zuckers im Grossen von vielem Interesse, namentlich die Verbindungen des Rohrzuckers mit Kalk und Baryt.

α) Rohrzucker.

Das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) ist eine perennirende Pflanze aus der Familie der Gräser. Aus der faserigen, stellenweise filzartigen Wurzel steigen mehrere mit Knoten versehene Halme empor, welche je nach der Bodenbeschaffenheit eine Höhe von 2,5—6 Meter und eine Dicke von 5—6 Centimeter erreichen. Das Innere bildet ein safterfülltes, weissliches Zellenmark.

Keine Pflanze enthält eine so grosse Menge Zucker als das Zuckerrohr, und keine liefert ihn auch so rein. Unter den gewöhnlichen Bedingungen cultivirt, enthält das Zuckerrohr 90 Proc. Saft, welche 18—20 Th. krystallisirbaren Zucker enthalten.

Nach Analysen von O. Popp (1870) zeigten amerikanisches und afrikanisches Zuckerrohr nachstehende Zusammensetzung:

	Zuckerrohr von Amerika Martinique u. Guadeloupe	Zuckerrohr von Afrika Mittel-Egypten (Kairo)	Ober-Egypten
Wasser . . .	72,22 Proc.	72,15 Proc.	72,13 Proc.
Rohrzucker .	17,80 „	16 „	18,1 „
Schleimzucker	0,28 „	2,3 „	0,25 „
Cellulose . .	9,30 „	9,2 „	9,1 „
Salze	0,40 „	0,35 „	0,42 „
	100,0 Proc.	100,0 Proc.	100,0 Proc.

Die Fabrikation des Rohrzuckers aus dem Zuckerrohr zerfällt in folgende drei Arbeiten:

1) *Das Auspressen des Saftes.* Die zum Auspressen des Rohres dienenden eisernen Walzenpressen bestehen aus drei hohlen gusseisernen Walzen, welche horizontal in einem gusseisernen Gestelle liegen. Die eine Walze wird mit Hülfe eines grossen, mit Getriebe versehenen Rades in Bewegung gesetzt und dreht dann mittelst dreier Zahnräder, welche auf den Axen der Walzen sitzen, auch die übrigen Walzen. Das Zuckerrohr wird durch ein endloses Band zu den Walzen geführt. Auf den dänischen Inseln Westindiens heisst die mittlere Walze der König, die eine Seitenwalze der Seitenroller, die andere der Makasroller.

2) und 3) *Das Klären und Einkochen des Saftes.* Der ausgepresste Saft gelangt in die Siederei, in welcher er in einem Systeme von fünf eisernen oder kupfernen Kesseln, die in einer Reihe eingemauert sind und eine gemeinschaftliche Feuerung besitzen, verarbeitet wird. In die erste Pfanne, die als Läuterungskessel dient, kommt der Saft sogleich von der Presse; sie ist am entferntesten vom Feuer. Das Läutern geschieht mit Kalkmilch. Der Kalk neutralisirt die Aepfel- und andere Pflanzensäuren und bildet mit dem Albumin und anderen Saftbestandtheilen eine dichte schmutzig grüne Schaumdecke. Sobald der Saft bis zum Siedepunkte erhitzt ist, entfernt man den Schaum und bringt den geläuterten Saft in die zweite Pfanne zum Abdampfen. In der dritten und vierten Pfanne, welche immer kleiner und kleiner sind, wird der Saft durch Abdampfen bis auf 30° B. gebracht, in der fünften und letzten Pfanne endlich bis zum Krystallisationspunkte eingekocht. Ehedem brachte man den verkochten Syrup von der Kochpfanne zuerst in grosse hölzerne Gefässe, in welchen sich der Zucker in Körnern abschied, und dann in grosse Fässer, in welchen die Melasse vom Zucker so gut als möglich abfloss. Diese Methode zog aber in Folge von Gährung so bedeutende Verluste nach sich, dass man sie zum Theil aufgegeben und durch Krystallisirgefässe aus Holz ersetzt hat. In dem Boden dieser Bottiche befinden sich Löcher, die mit Zuckerrohrstückchen verstopft sind. Wenn nach Verlauf von 24 Stunden die Masse körnig geworden ist, rührt man sie um und lässt durch die Löcher den nicht krystallisirten Theil, den Syrup oder die Melasse, abfliessen. Die in den Gefässen zurückbleibende Masse führt den Namen Rohzucker, Moscovade oder Puderzucker. In den französischen und englischen Colonien pflegt man den Rohrzucker an Ort und Stelle mit feuchtem Thon zu decken und die gereinigten Rohzuckerbrote unter dem Namen Cassonade oder Terrezucker in den Handel zu bringen.

Im europäischen Handel finden sich als die hauptsächlichsten folgende Rohzuckersorten:

1) westindische: Cuba, San Domingo oder Haïti, Jamaica, Portorico, Martinique, Guadeloupe, Sainte Croix, St. Thomas, Havanna;

2) amerikanische: Rio Janeiro, Bahia, Surinam, Pernambuco;

3) ost- und hinterindische: Java, Manilla, Bengal, Mauritius, Réunion oder Bourbon, Cochinchina, Siam, Canton.

In England unterscheidet man neuerdings zuweilen zwischen Sclavenzucker und freiem Zucker. Freier Zucker kommt von Jamaica, Barbados, Demerara, Antigua, Trinidad, Dominica; Sclavenzucker dagegen von Cuba, Havanna, Brasilien, Ste. Croix, Portorico.

Der Handelswerth des Rohzuckers richtet sich nach der Menge und der Natur der fremden Substanzen, welche den Zucker in dem Rohzucker stets begleiten. Diese Substanzen sind Wasser, Farbstoffe, eiweissartige und gummöse Körper, Sand und Erde, lösliche Mineralsalze, Essigsäure und andere Säuren, welche von einer theilweisen Gährung des Zuckers herrühren. Alle diese Substanzen müssen während des Raffinirens verschwinden. Einige derselben sind auf die Reinigung ohne nachtheiligen Einfluss; das Wasser, die organischen Ueberreste und der Sand vermindern nur durch ihre Gegenwart die Menge des vorhandenen Zuckers, während die fremden löslichen Substanzen, namentlich die Mineralsalze, die Ausbeute an raffinirtem Zucker verhindern, indem sie einen Theil des krystallisirbaren Zuckers in nicht krystallisirbaren überführen. J. Renner fand in 100 Theilen Rohzucker:

	Java.	Havanna.	Surinam.	In Kandis.	In Melis.
Rohrzucker	98,6—83,1	97,0—87,3	92,3—85,4	99,6	99,7
Schleimzucker . .	5,5— 0,3	3,7— 0,9	4,4— 1,6	0,1	0,2
Wasser	6,1— 0,3	3,5— 0,9	6,3— 3,6	0,2	0,1
Asche	2,1— 0,2	1,4— 0,0	2,0— 1,2	0,1	—
Caramel, Gummi, Pflanzensäure etc.	3,5— 0,5	4,5— 0,4	2,1— 1,1	—	—

Die Melasse bildet sich als Nebenprodukt der Rohzuckerfabrikation in sehr verschiedener Menge je nach den klimatischen Verhältnissen, unter denen das Zuckerrohr gewachsen ist. In sehr warmen Gegenden, wo das Zuckerrohr zur vollkommenen Reife gelangen kann, entsteht weniger Melasse als in anderen, zur Cultur des Rohres weniger geeigneten Gegenden. Die Menge der Melasse variirt ferner nach den Varietäten des Zuckerrohres, nach der Jahreswitterung, nach der Bodenbeschaffenheit, nach der Art des angewendeten Düngers. In chemischer Beziehung ist die Melasse als eine concentrirte wässerige Lösung von krystallisirbarem Zucker, Schleimzucker, kleinen Mengen von Caramel und Mineralsalzen zu betrachten, in welcher zuweilen kleine Krystalle von Rohrzucker sich suspendirt befinden. Sie erscheint als eine dunkel rothbraune, zähe, fadenziehende Flüssigkeit von stark süssem Geschmack. Ein grosser Theil der Melasse wird in den Colonien zur Rumbereitung verwendet; der Rest dient als flüssiger Zucker zur Nahrung. Die Melasse geht sehr leicht in die geistige und dann in die Essiggährung über. Der bei der Anfertigung von gedecktem Zucker erhaltene Syrup (gedeckter oder grüner Syrup) wird weiter auf Zucker verkocht. J. Renner fand in sehr consistenter Melasse:

	a.	b.
Rohrzucker	32,97	40,36
Schleimzucker	4,30	7,38
Wasser	13,71	16,25
Asche	3,35	3,78
Caramel, Gummi etc.	45,65	32,22

Die Raffination des Rohzuckers. Die Reinigung des Rohzuckers und dessen Umwandlung in raffinirten Zucker zerfällt in

1) das Schmelzen und Klären. Das Entfernen des Rohzuckers aus den Kisten und Fässern ist nicht mühelos, da die Gefässe an ihren Wänden eine nicht unbedeutende Menge des feuchten Zuckers zurückhalten, dessen Herausschaffen mit der Hand oder mit Werkzeugen kostspielig ist und nur ein unvollkommenes Resultat geben würde. Man bedient sich deshalb häufig eines einfachen und vortheilhaften Verfahrens, nach welchem man die Fässer über eine gewölbte und mit einer Rinne versehene Kupferplatte stürzt und aus einem Rohr Dampf in das Innere der Kiste oder des Fasses strömen lässt. Indem sich der Dampf verdichtet, sättigt er sich mit Zucker, fliesst in die Rinne und von da in ein Reservoir. Die sich darin ansammelnde Flüssigkeit dient zur Auflösung des Rohzuckers. Aus der Schmelzpfanne kommt die Rohzuckerlösung in eine zweite kupferne Pfanne mit doppeltem Boden, die Läuterpfanne. Als Klärmittel wendet man gegenwärtig fein gepulverte Knochenkohle und eine in der Wärme coagulirbare Eiweisssubstanz wie Hühnereiweiss oder Blut an. 2) Das Filtriren der geklärten Zuckerlösung geschieht mit Hülfe von Filtern, in denen sich Knochenkohle befindet. Hier geht auch die Entfärbung vor sich. Der filtrirte Saft kommt in die Kochpfanne. 3) Das Kochen des Klärsels geschah früher in Pfannen mit freier Feuerung, welche jetzt überall durch die Vacuumapparate ersetzt sind, bei denen der luftverdünnte Raum durch Luftpumpen und Einspritzungen mit kaltem Wasser hervorgebracht wird. 4) Das Krystallisiren und Kühlen. In der Regel beginnt der Zucker schon in der Vacuumpfanne zu krystallisiren; er kommt dann in die sogenannten Kühler, die indessen richtiger Wärmepfannen heissen, in welchen er bis auf 80° erwärmt wird. Sobald die Krystallbildung auf der Oberfläche und an den Wänden beginnt, rührt man mit grossen hölzernen Krücken (Stirrhölzern) langsam um, damit die entstandenen Krystalle in der Flüssigkeit sich zertheilen. Nach einiger Zeit, nachdem neue Krystalle sich gebildet haben, rührt man von Neuem um. 5) Das Füllen der krystallinischen Masse in Formen, in denen sich die Zuckerbrote bilden sollen. Das Local, in welchem das Füllen geschieht, wird beständig auf einer Temperatur von 25—30° erhalten. 6) Das Decken und Trocknen. Die gefüllten Formen kommen nach 8—12 Stunden aus der Füllstube auf den Zuckerboden; hier werden die zugepfropften Spitzen der Formen geöffnet, damit der zwischen den Zuckerkrystallen befindliche Syrup ablaufe. Nachdem dies geschehen, schreitet man zum Decken, d. h. zum Auswaschen der Zuckerkrystalle durch langsame Filtration mit Hülfe von Wasser, welches aus einem Thonbrei fliesst, oder durch Verdünnung des zwischen den Zuckerkrystallen befindlichen Syrups mit reiner Zuckerlösung (feinem Klärsel oder Decksel). Das Trocknen geschieht erst an der Luft, dann in Trockenstuben, die erst bis 25°, dann bis 50° erwärmt sind. Alles Uebrige, das bei der Raffination des Rohzuckers zu erwähnen wäre, ist unter der Rübenzuckerfabrikation zu suchen.

Die Gesammtproduktion an Rohrzucker beträgt gegenwärtig (1874) gegen 63 Mill. Ctr., davon kommen auf

Cuba	16	Mill.
Portorico	4,5	„
Brasilien	1,0	„
Vereinigte Staaten	1,25	„
Mauritius	7,00	„
Réunion	3,75	„
Brit. Ostindien .	6,50	„
Antillen, franz. .	6,50	„
„ dän. . .	0,33	„
„ holländ.	0,64	„
„ engl. .	10,00	„
Java	5,50	„
Manilla	3,50	„

An Zucker überhaupt werden jährlich producirt:

Rohrzucker	63,000,000	Ctr.
Rübenzucker	21,355,447	„
Palmenzucker	2,240,000	„
Ahornzucker	1,250,000	„
	87,845,447	Ctr.

β) Rübenzucker.

Die Stammpflanze der Zuckerrübe (*Beta cicla*), die zur Fabrikation des Rübenzucker dient, ist eine unscheinbare zweijährige Pflanze, welche an den Gestaden des Mittelmeeres, hauptsächlich an der spanischen und portugiesischen Küste, so wie in Dalmatien wild wächst und in die Familie der meldenartigen Gewächse (Chenopodeen, Atripliceen) gehört. Anfangs gehörte sie der Gartencultur an. Man baute sie wegen ihrer schmackhaften Blattstengel als Gemüse und die rothe Varietät der Wurzeln wegen, bis sie gegen Anfang des 19. Jahrhunderts in die Reihe der Futterpflanzen trat. Aber auch als solche fand sie nicht die ihr gebührende Würdigung, bis die Continentalsperre ihren grossen Zuckergehalt in Erinnerung brachte. Seitdem hat sie als Fabrikpflanze die grösste Bedeutung erlangt.

In Deutschland werden hauptsächlich folgende sechs Zuckerrübensorten gebaut: 1) die Quedlinburger Rübe (schlank und spindelförmig, röthlich oder mit rosa Anflug, ist sehr zuckerreich und wird 14 Tage früher reif als alle übrigen Sorten); 2) die schlesische Rübe (birnförmig, hellgrüne Blattrippen, daher auch Grünrippe genannt, ist ärmer an Zucker als die vorige Art, liefert aber einen bedeutenden Gewichtsertrag); 3) die sibirische Rübe (birnförmig, weisslichgrüne Blattrippen, weshalb auch Weissrippe genannt, noch ärmer an Zucker als die schlesische Rübe, giebt aber einen hohen Gewichtsertrag); 4) die französische (oder belgische) Rübe (klein-

blätterig, Rübe schlank und spindelförmig, zuckerreich); 5) die Imperialrübe (schlank und birnenförmig), die zuckerreichste Rübe; 6) die Elektoralrübe (eine Spielart der vorigen). Die Rübe ist eine zweijährige Pflanze: in dem ersten Jahre entwickelt sie blos Wurzeln und Blätter, in dem zweiten Jahre trägt sie dann den Samen.

Das Fleisch der Zuckerrübe besteht aus einem Aggregat von Zellen, in denen der klare und farblose Saft enthalten ist. Die mittlere chemische Zusammensetzung der Zuckerrübe ist folgende:

Wasser	82,7
Zucker	11,3
Cellulose	0,8
Albumin, Caseïn und andere eiweissähnliche Körper	1,5
Fett	0,1
Organische Substanzen, wie Citronensäure, Aepfelsäure, Arabinsäure, Pektin und Pektinsäure, sich färbender Stoff, Asparagin, Asparaginsäure und eine Base, das Betaïn; Organische Salze, als oxalsaurer und pektinsaurer Kalk, Kali und Natron; Unorganische Salze, als salpetersaures, schwefelsaures Kali, Chlorkalium, phosphorsaurer Kalk und Magnesia u. s. w.	3,7

In der Magdeburger Gegend ist im Allgemeinen
der grösste Zuckergehalt = 13,3 Proc.
der geringste Zuckergehalt = 9,2 „
im Durchschnitt der verarbeiteten Rüben = 11,2 „

Durch das Einmiethen verlieren die Rüben an Zuckergehalt und zwar in Folge von Wasseraufnahme, durch Umwandelung des Rohzuckers in Schleimzucker und indem sie auswachsend einen Theil ihres Zuckers verzehren; so hatte sich der Wassergehalt von 82 Proc. auf 84 Proc. gesteigert. Rüben, die im Herbste keinen Schleimzucker enthielten, zeigten im Januar schon Spuren, im Februar und März bestimmbare Mengen, in einzelnen Fällen bis zu 2 Proc. Ein vollständiges Bild der Veränderung, der die Rüben durch das Einmiethen unterworfen sind, gewährt folgende Analyse:

	October.	Februar.
Holzfaser und Pektinkörper	3,49 Proc.	2,52 Proc.
Wasser	82,06 „	84,36 „
Zucker	12,40 „	10,60 „
Schleimzucker	0 „	0,65 „
Mineralsalze	0,75 „	0,63 „
Organische Säuren, Eiweiss, Betaïn und Extractivstoffe	1,30 „	1,24 „
	100,00 „	100,00 „

11,6 Centner Rüben geben 1 Ctr. Rohzucker.

Die Darstellung des Zuckers aus Rüben umfasst, je nach der Art der Verarbeitung der Rüben, folgende Arbeiten und Operationen:

1) Das Waschen und Putzen der Rüben. Die Rüben werden vor ihrer Verwendung von anhängender Erde, allen überflüssigen Theilen etc.

befreit, was theils durch Putzen und Ausschneiden, theils durch Waschen geschieht. Eine der gebräuchlichsten Waschmaschinen ist die von Champonnois, wesentlich aus einer um ihre Axe drehbaren hölzernen oder eisernen Lattentrommel bestehend, die bis höchstens zur Hälfte ihres Durchmessers in einem Troge liegt, in welchem sich so viel Wasser befindet, dass die Trommel etwa 25 Centimeter in dasselbe eintaucht. Die Trommel macht etwa acht Umdrehungen in der Minute. Seitlich befindet sich ein Rumpf, durch welchen die Rüben in die Trommel gelangen. Die gewaschenen Rüben dürfen nicht lange aufbewahrt werden; am besten bringt man sie von der Waschmaschine sofort auf den Reibapparat.

2) Das Zerreiben oder das Zerschneiden der Rüben. Die Rübe ist ein Aggregat von Zellen, in denen der Zuckersaft sich befindet. Um letzteren zu gewinnen, müssen die Zellen zerrissen und geöffnet werden. Von dem mehr oder weniger vollkommenen Zerreiben hängt zum grossen Theile die Ausbeute und der Ertrag an Zucker ab, denn findet das Zerreiben nicht vollständig statt, so bleiben zahlreiche Zellen ungeöffnet, aus denen dann selbst die besten Pressen den Saft nicht auszupressen vermögen. Gegenwärtig wendet man zum Zerreiben der Rüben allgemein die Thierry'sche Reibmaschine an.

3) Die Gewinnung des Rübensaftes α) durch Auspressen des Rübenbreies (in der hydraulischen Presse oder in der Walzenpresse von Champonnois). Der Rübenbrei wird in Tücher geschlagen oder in Säcke gefüllt und darin flach ausgebreitet zwischen Geflechten oder Blechplatten in der Presse zu einem Stapel aufgeschichtet. Als Zwischenlagen gestatten Weiden- oder Rohrgeflechte ein schnelles Abfliessen des Saftes und daher ein gleichmässigeres Pressen, als Blechplatten. Meistens findet ein wiederholtes Pressen der Kuchen statt, da durch einmaliges Pressen nur aus sehr feinem Brei in sehr dünnen Schichten eine genügende Menge Saft erzielt werden kann. Als einen guten Durchschnittsertrag an Saft betrachtet man 80 Proc. (anstatt 96 Proc., welche in der Rübe sich finden).

Die bei Anwendung von hydraulischen Pressen gewonnenen Presslinge bestehen aus der Rübenschale, der Cellulose, dem Pektin, den unlöslichen Proteïnsubstanzen, sowie aus den Bestandtheilen desjenigen Theiles des Rübensaftes, welcher durch Pressen nicht entfernt werden konnte. Ausser zum Mastfutter hat man die Pressrückstände zur Bereitung von Branntwein und Essig, sowie neuerdings als Material zur Herstellung von Papier und von Leuchtgas anzuwenden vorgeschlagen.

β) Saftgewinnung durch Ausschleudern mit Hülfe von Centrifugen. Vor längerer Zeit und auch neuerdings wieder hat man vorgeschlagen, den Saft aus dem Rübenbrei mit Benutzung der weiter unten zu beschreibenden Centrifugalmaschinen — in der Regel Centrifugen oder Schleudern genannt — herauszuschleudern (bis zu 1000 Drehungen in der Minute). Man erhält auf diese Weise nach Frickenhaus 60—67 Proc. Saft; den Rest soll man gewinnen, indem man den mit Wasser angerührten Rückstand noch zweimal in der Centrifuge behandelt. (Nach Ilienkoff erhielt man bei Anwendung von 45 Proc. Deckwasser 87,45 Proc. Saft, natürlich nach Abzug des zugesetzten Wassers.) Um nicht zu sehr verdünnte Säfte zu erhalten, wird der dünne Saft zur Maceration von zuckerreicherem Rübenbrei benutzt. Die Praxis hat sich theilweise günstig über diese Methode der Saftgewinnung ausgesprochen.

γ) Gewinnung des Rübensaftes a) durch Auslaugen des Rübenbreies (Macerationsverfahren nach Schützenbach). Nach dem älteren Verfahren Schützenbach's werden die Rüben zuerst gereinigt und dann auf der Schneidemaschine zu Parallelepipeden (Schnitzeln) zerschnitten, welche unter dem Einflusse der Luft sich zusammenbiegen und nicht mehr aneinander haften. Das Trocknen geschieht in Trockenräumen mit bis auf etwa 50° erhitzter Luft. Die getrockneten Rüben werden meist im ungemahlenen Zustande verarbeitet. Zu dem Ende feuchtet man die trockenen Rübenschnitte mit dünner Kalkmilch an, füllt sie in geschlossene Cylinder und laugt sie hier mit Wasser von 80° aus. Die weitere Verarbeitung des Saftes bietet nichts Eigenthümliches dar. Erfahrungsgemäss soll das Schützenbach'sche Macerationsverfahren etwa 89 Proc. zu Gute bringen.

δ) Gewinnung des Rübensaftes b) durch Auslaugen der grünen Schnitzel (Dialyse oder Diffusion nach Robert; osmotische Maceration oder Osmose nach Dubrunfaut). Aus dem Schützenbach'schen Verfahren hat sich das auf Dialyse basirte Diffusionsverfahren Robert's herausgebildet, welches darin besteht, dass man die grünen Rübenschnitzel mit reinem Wasser von 50° C. digerirt. Der Zucker geht durch die Zellenwandung hindurch und löst sich in dem Wasser, während gewisse Nichtzuckerstoffe in den Zellen zurückbleiben. Die erhaltene Flüssigkeit ist mithin eine fast reine Zuckerlösung und kann mit Leichtigkeit von der geringen Menge fremder Stoffe geschieden werden. Ein Nachtheil des Verfahrens liegt in der grossen Verdünnung der Zuckerlösung.

4) Die Scheidung des Rübensaftes. Der durch Auspressen oder durch Ausschleudern aus dem Brei gewonnene Rübensaft färbt sich an der Luft tintenartig und es scheidet sich ein schwarzer flockiger Niederschlag aus. Der Saft ist nicht nur eine Lösung von Zucker, sondern eine Lösung sämmtlicher löslicher Bestandtheile der Rübe, von welchen ausser dem Zucker die stickstoffhaltigen Substanzen und die mineralischen Bestandtheile zu beachten sind. Zunächst sucht man diejenigen fremden Körper zu entfernen, welche der Herstellung von reinem Zucker am meisten hinderlich sind oder durch welche er seine Krystallisationsfähigkeit einbüssen würde. Die angebrachte Abscheidung dieser schädlichen Stoffe ist die Aufgabe der Läuterung. Zu diesem Behufe wird der Saft in der Scheidepfanne möglichst rasch erhitzt, damit die im Safte vorhandene freie Säure keinen nachtheiligen Einfluss auf den Zucker ausübe und die Eiweisssubstanzen coaguliren. Sobald die Coagulation erfolgt ist, wird verdünnte Kalkmilch zugesetzt. Der Kalk sättigt die in dem Safte enthaltenen freien Säuren, dann scheidet er die stickstoffhaltigen Substanzen aus, oder zersetzt dieselben unter Ammoniakentwickelung. Der Kalk verbindet sich endlich mit einem Theile des Zuckers zu Zucker-Kalk. Der geläuterte Saft ist keineswegs eine reine Zuckerlösung, sondern enthält ausser dem freien Zucker Zuckerkalk, geringe Mengen stickstoffhaltiger organischer Substanzen, organische Säuren, namentlich Asparaginsäure, endlich Alkalisalze wie schwefelsaures und salpetersaures Kali. Die fernere Behandlung des geläuterten Saftes bezweckt nun die möglichste Entfernung dieser fremden Stoffe aus dem Safte, namentlich die Zersetzung des Zuckerkalkes. Die Entkalkung kann geschehen auf physikalischem Wege durch Knochenkohle oder auf chemischem Wege durch Kohlensäure; letztere Art des Entkalkens macht indessen die Anwendung der Knochenkohle nicht überflüssig, weil ja die Kohle nicht blos entkalkend wirkt, aber

die Menge der Kohle lässt sich beträchtlich vermindern. Der geläuterte Saft wird, nachdem er durch ein Kohlenfilter gelaufen ist, entweder sofort abgedampft oder mit Kohlensäure behandelt, um den bei der Läuterung zugesetzten Kalk in Form von unlöslichem kohlensauren Kalk zu entfernen, welcher sonst bei der darauf nachfolgenden Filtration über Knochenkohle, welche gleichfalls die Eigenschaft besitzt, den Kalk des Zuckerkalkes aus dem Safte zu entfernen, beseitigt werden muss.

5) Die Filtration des entkalkten Saftes und das Verdampfen desselben. Der entkalkte Saft wird nun in besonderen Filtrirapparaten (Dumont's Filter) durch gekörnte Knochenkohle (Spodium) filtrirt, wodurch der noch etwa vorhandene Kalk, zum Theil die Salze und die färbenden Körper entfernt werden.

Hierauf schreitet man zum Abdampfen. Die dazu dienende Pfanne (die Pecqueur'sche Pfanne) wird mit heissen Wasserdämpfen erhitzt. Später wird der bis zu einem gewissen Grad eingedampfte Saft (Klärsel) in den sogenannten Vacuumpfannen verkocht. In diesen Pfannen findet der luftverdünnte Raum Anwendung, in welchem die Verdampfung weit leichter vor sich geht und das Sieden bei weit niedrigerer Temperatur erfolgt, als unter den gewöhnlichen Bedingungen, unter welchen das Sieden bei dem Drucke einer Atmosphäre von Statten geht. Der niedrigste Siedepunkt des Klärsels in den Vacuumpfannen ist 46,1° C., die gewöhnliche Siedetemperatur 65,5—71,1°. Man entgeht dadurch der Gefahr, durch hohe Temperatur und gleichzeitige Einwirkung der Luft einen Theil des krystallisirbaren Zuckers in nicht krystallisirbaren oder gar in Caramel überzuführen.

Als Zeichen der genügenden Concentration des verkochten Saftes wendet man verschiedene Proben an. Die Ermittelung der Dichte ist nicht maassgebend, weil die Temperatur von grossem Einflusse auf die Dichte des Klärsels ist und dann auch bei gleicher Temperatur in Folge vorhandener Mineralsalze und anderer Unreinigkeiten nie aus der Dichte ein sicherer Schluss auf die richtige Concentration zur Abscheidung des krystallinischen Zuckers gezogen werden kann. Man benutzt daher zur Erkennung der erforderlichen Concentration empirische Proben. Die Fadenprobe, bei welcher man einen Tropfen Klärsel auf den Daumen bringt und mit dem Zeigefinger verreibt, wobei sich schon durch Uebung die genügende Concentration erkennen lässt; sicherer geschieht dies, indem man die Finger trennt; aus der Fadenlänge und aus der Art und Weise, wie der Faden abreisst, beurtheilt man die Concentration. Ist der Saft nicht genügend verkocht, so reisst der Faden bald ab, nach weiterem Abdampfen lässt er sich aber so lang ziehen, als dies durch die Trennung der Finger nur möglich ist. Reisst der Faden etwa in der Mitte der Länge ab, die er überhaupt erreichen kann, und zieht sich der obere Theil hakenförmig zusammen, so hat das Klärsel diejenige Concentration, bei der nach dem Erkalten der Zucker krystallinisch ausgeschieden wird; man spricht dann von der Hakenprobe. Weit zuverlässiger als durch die Fadenprobe lässt sich der Grad des Verkochens durch die Blasen- oder Pustprobe ermitteln. Man benutzt hierzu einen flachen Schaumlöffel (Pustspan), den man in das kochende Klärsel taucht und dann schnell herausnimmt, sodass nur wenig Saft daran haftet, worauf man gegen die Oeffnungen des Löffels bläst, wodurch sich auf der hinteren Seite Blasen bilden, deren Dauer, Grösse und Wanddicke (das Irisiren) den Arbeiter die erlangte Concentration genau erkennen lässt. Bei dem Verkochen des Klärsels in der

Vacuumpfanne unterscheidet man das Blankkochen (Fadenprobekochen) und das Kornkochen. Bei dem Blankkochen wird das Verkochen nur so weit fortgesetzt, dass das Krystallisiren später durch Erkalten erfolgt und durch Rühren befördert wird. Bei einer besseren Zuckermasse kann man die Krystallisation statt im Kühler schon in der Vacuumpfanne eintreten lassen, wodurch eine grössere Menge von Krystallen erhalten wird. Letzteres ist das Kochen „auf Korn".

6) Die Arbeit auf Rohzucker oder auf Brotzucker. Nachdem das Klärsel in der Vacuumpfanne auf die erforderliche Concentration gebracht worden ist, findet mit dem Erkalten die Krystallbildung und Ausscheidung der Krystalle statt und zwar um so vollständiger und schneller, je reiner der Saft war. Die fernere Behandlung der Masse bezweckt eine möglichst vollständige Abscheidung der Melasse von den Zuckerkrystallen und das Ueberführen der letzteren in die gebräuchliche Form von Rohzucker und von Broten (Saftmelis). Der entweder blank oder auf Korn verkochte Dicksaft kommt aus der Vacuumpfanne in ein kupfernes Gefäss, den Kühler, in welchem man den Zucker entweder allmälig erkalten lässt oder, wenn er bei niedriger Temperatur eingekocht wurde, erwärmt. Die zum Erwärmen dienenden Gefässe — Anwärmer, — besitzen einen doppelten Boden und werden durch Dampf erhitzt. Das Local, in welchem die Anwärmer aufgestellt sind, die Füllstube ist ebenfalls geheizt. Durch das Anwärmen beabsichtigt man, einen Theil der Krystalle zu einer höchst concentrirten Zuckerlösung zu lösen, aus welcher sich beim Erkalten in den Formen krystallinischer Zucker (Füllmasse) abscheidet, der der Masse Consistenz giebt.

Die Formen bestehen aus einer Masse von Thon und Charmotte. Da die grossen Formen dem Druck des Zuckers nicht widerstehen würden, so umgiebt man sie mit dünnen Spänen von Buchenholz, welche durch starke Reifen umbunden werden. Sie sind an ihrer Spitze offen und ruhen auf Töpfen, welche den abfliessenden Syrup auffangen sollen. Gegenwärtig sind die Zuckerhutformen fast allgemein aus glasirtem oder gefirnisstem Eisenblech (in Frankreich in neuerer Zeit auch aus Papiermaché) gefertigt. Nachdem der Zucker in den Kühlern auf die passende Temperatur gebracht, schreitet man zum Füllen der Formen. Nach etwa 10 Minuten nach dem Füllen entsteht auf der Oberfläche der Brote eine Krystalldecke, worauf man zum Holen (zum Holen der Krystalle aus der Spitze der Form) schreitet; zu diesem Zwecke sticht man mit einem 4 Fuss langen Messer in die Masse, lockert den an der Spitze fest gewordenen Zucker auf, löst die Krystalldecke vom Rande der Form ab und arbeitet die Masse einigemal durch. Durch dieses Stören der Krystallisation sucht man eine regelmässige Dichte der Zuckermasse zu erzielen. Nach einer halben Stunde wird die nämliche Operation — das Stirren (Stören) wiederholt. Um die weisse Farbe des Zuckers zu erhöhen, setzt man zu dem verkochten Klärsel eine kleine Menge von Ultramarin (auf 1000 Ctr. Zucker genügen $2^1/_2$ Pfd. Ultramarin).

Der in den Formen befindliche Zucker wird durch das Decken weiter gereinigt und von allen nicht krystallisirten Theilen befreit. Das Decken ist nichts anderes als ein Auswaschen der in den Zwischenräumen der verworrenen Zuckerkrystallisation zurückgebliebenen Melasse, welche die Farbe, die Festigkeit und die Trockenheit des Hutzuckers beeinträchtigen würde. Die älteste Methode des Deckens ist die durch Filtration mit Hülfe von Wasser,

welches sehr allmälig aus einem Thonbrei fliesst. Das Wasser des Thonbreies bildet mit einem kleinen Theile Zucker einen reinen Zuckersyrup, welcher die Melasse verdrängt und nach unten treibt. Das Decken mit Thon wird nur noch selten angewendet, weil es unreinlich ist, viel Arbeit macht und einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Zucker nach sich zieht. Namentlich zur zweiten Decke nimmt man lieber Klärsel. Zur Entfernung der letzten Feuchtigkeit aus den Broten benutzt man allgemein die Nutsch- oder Saugapparate, aus liegenden Röhren bestehend, welche auf der oberen Seite mit trichterförmigen Oeffnungen versehen sind, in die die Spitze der Form mit Hülfe eines Ringes aus vulkanisirtem Kautschuk luftdicht passt. Die Röhren communiciren mit einem Reservoir zur Aufnahme der Melasse, in dem durch eine Luftpumpe ein luftverdünnter Raum erzeugt wird, um aus den Spitzen den Syrup zu saugen.

Durch die Kostspieligkeit des Deckens ist man veranlasst worden, dasselbe zu umgehen und durch andere Methoden zu ersetzen, so durch das Clairciren, wobei man den verkochten Zucker nicht in den Formen, sondern in den Kühlern unter Umrühren krystallisiren lässt und die krystallinische Masse in die Schützenbach'schen Kästen mit Böden aus feinem Metallgewebe bringt, durch dessen Löcher der Syrup abtropft. Die zwischen den Zuckerkrystallen befindliche Melasse wird durch reine Zuckerlösung verdrängt und sodann der feuchte Zucker in Formen gefüllt. Man wendet das Clairciren gewöhnlich zum Reinigen des zweiten Produktes an; seit der Einführung der Centrifugalmaschinen (Centrifugen) zum Ausschleudern oder Centrifugiren ist jedoch das Clairciren sehr ausser Gebrauch gekommen, welches man gegenwärtig in allen Zuckerfabriken zum Reinigen der Produkte und Nachprodukte anwendet.

Ist aller Syrup aus dem Zucker — aus dem Brote — entfernt und der Boden des Brotes ziemlich trocken geworden, so reinigt man den Boden mit einem Messer oder einer Bürste, was man das Plamotiren oder Planiren nennt. Darauf lässt man die Brote in den Formen so lange stehen, bis der Boden etwa 3 Centim. tief hart geworden ist, und entfernt sie dann aus den Formen. Letztere Operation heisst das Löschen; man stösst die Form gelinde gegen einen Holzblock (Löschstuhl), bis das Brot sich gelöst hat. Die Brote werden, ohne sie aus der Form zu nehmen, auf Bastmatten umgekehrt, damit die in der Spitze befindliche Feuchtigkeit sich gleichmässig vertheile, und dann in die Trockenstube gebracht. Vorher wird die äusserste Spitze abgeschlagen und dem Brote eine neue Spitze angedreht. In der Trockenstube werden die Brote anfänglich bei 25°, zuletzt bei 50° getrocknet. Die gehörig getrockneten Brote werden in einem besondern Raume einpapiert, gebunden, gewogen und aufs Lager gebracht.

Je nach ihrer Reinheit heissen die producirten Zucker feine Raffinade, Melis, Lumpen- oder Kochzucker, Farinzucker u. s. w. Unter Saftmelis versteht man eigentlich nur Hutzucker, welcher aus reinem Dicksaft, also unmittelbar aus der Rübe erhalten wird, thatsächlich aber lässt sich die Saftmelisfabrikation dahin definiren, dass sie in der Verbesserung der Rohsäfte durch Einwerfen der Nachprodukte in der Weise besteht, dass ein gleichartiges Klärsel sich bildet, aus welchem man guten Melis darstellen kann.

Die Melassen, die in so grosser Menge bei der Rübenzuckerfabrikation sich bilden, enthalten meist zu viel fremde Stoffe (Caramel, Salze, Asparaginsäure), um wie die Rohzuckermelasse als Versüssungsmittel Anwendung finden

zu können. Man verarbeitet sie deshalb auf Spiritus und benutzt den Rückstand nach dem Abdestilliren zur Fabrikation von Schlempekohle, die auf Potasche verarbeitet wird (eine Arbeit, die seit dem Erschliessen der Stassfurter Kalisalzlager nicht mehr lohnend und deshalb an vielen Orten in Deutschland wieder eingestellt worden ist). Da der Rübenmelassenspiritus wegen seines üblen Geruches und Geschmackes geringen Werth hat, so verwendet man die Melasse häufig als Viehfutter — eine Anwendung, die alle Beachtung verdient. Seit einigen Jahren wandern grosse Mengen Rübenmelasse aus Deutschland nach Frankreich, um dort zur Bierbereitung Verwendung zu finden.

Die Zusammensetzung der Melasse ist verschieden und richtet sich nach der Qualität der verarbeiteten Rüben und nach der Arbeitsmethode in den Fabriken. 100 Th. Melasse enthielten

Zucker	50,1	49,0	48,0	50,7
Nichtzucker. . .	33,3	35,8	34,0	30,8
Wasser	16,6	15,2	18,0	18,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Es ist nicht ohne Erfolg versucht worden, den Rohrzucker aus der Melasse mittelst Baryt abzuscheiden. Die Alkalisalze hat man aus der Melasse durch Zusatz von Kieselfluorwasserstoffsäure zu fällen versucht.

Mit dem Namen Kandiszucker bezeichnet man den in grossen und harten Krystallen dargestellten Zucker. Man benutzt zu seiner Fabrikation fast ausschliesslich nur Rohrzucker. Rübenzucker bildet zu lange und platte Krystalle. Im Maximum setzt man von letzterem 20 Proc. zu. Man unterscheidet drei Sorten Kandiszucker, den weissen, aus vollkommen weissen fast wasserhellen Krystallen bestehend, den gelben, dessen Krystalle eine strohgelbe Farbe besitzen, und den braunen, von einer dem gewöhnlichen Rohrzucker ähnlichen Farbe. Im französischen Flandern fabricirt man auch schwarzen Kandis, dort unter dem Namen *Sucre de Boerhave* bekannt. Zur Fabrikation des braunen Kandis dient Rohrzucker mittlerer Qualität, für gelben Kandis wendet man gedeckten Zucker an, für den weissen endlich raffinirten Zucker. Der Kandis wird in grosser Menge fabricirt und verbraucht. Die Hauptanwendung des weissen Kandis besteht in der Bereitung des sogenannten „Liqueur“, einer Lösung von Kandis in Wein und Cognac, die in der Champagnerfabrikation eine grosse Rolle spielt, ferner verwendet man ihn in allen Fällen, wo es sich um die Herstellung einer klaren Zuckerlösung ohne Klärung handelt. Den gelben Kandis benutzt man in Belgien und in einigen Gegenden Deutschlands zum Versüssen von Thee und Kaffee. Grosse Mengen des braunen und gelben Kandis werden endlich als Heilmittel bei katarrhalischen Affectionen consumirt; es unterliegt wol keinem Zweifel, dass zu diesem Zwecke diejenigen Kandissorten vorzuziehen sind, deren Krystalle nichtkrystallisirbaren Zucker (Schleimzucker) in grösserer Menge einschliessen.

Fasst man die gegenwärtige Rübenzuckerproduktion zusammen, so ergiebt sich, dass sie (1874) 21,355,447 Ctr. beträgt; davon kommen auf

den Zollverein	5,173,250	Ctr.
Frankreich	6,000,000	„
Russland	3,800,000	„
Oesterreich	3,900,000	„
Latus:	18,873,250	„

	Transport:	18,873,250 Ctr.
Belgien		1,600,000 „
Schweden		400,000 „
Holland		450,000 „
England		32,197 „
		21,355,447 Ctr.

Die Produktion und Einfuhr an Rübenzucker im gesammten deutschen Reiche betrug im Jahre 1871/72 (1. Septbr. 1871 bis 31. Aug. 1872) 4,723,469 Ctr.; die Ausfuhr 288,086 Ctr., es verblieben also zum Verbrauch 4,435,383 Ctr. oder auf den Kopf der Bevölkerung $10,_8$ Pfd., während nach dem zehnjährigen Durchschnitt (1862 bis 1871) pro Kopf blos $9,_3$ Pfd. entfallen. Steuer- und Zolleinnahmen für Zucker beziffern sich für 1871/72 mit 14,879,000 Thlr. gegen 10,340,000 Thlr. im Jahre 1862. Durch die starke Zufuhr aus Frankreich und Oesterreich ist der Eingangszoll von 600,000 Thlr. im Jahre 1871/72 auf 4,100,000 Thlr. im Jahre 1872 gestiegen, also um 3½ Mill. Thlr. Die Ausfuhr stieg von 70,789 Ctr. im Jahre 1862 auf 288,086 Ctr. im Jahre 1872 und der hierfür rückvergütete Steuerbetrag von 208,771 Thlr. auf 1,243,505 Thlr. Im Jahre 1873/74 betrug die Produktion im deutschen Reiche 5,173,250 Ctr.

Die Rübenzuckerproduktion und Consumtion im deutschen Reiche (resp. Zollverein) ergiebt sich aus folgender Tabelle.

Campagne.	Zahl der Fabriken.	Verarbeitete Rüben.	Rohzucker-Produktion.	Entrichtete Steuer		Rüben-Verbrauch zu 1 Z.-Ctr. Zucker.	Zucker-Consum pro Kopf.
				pro Z.-Ctr. Rüben.	Brutto.		
		Z.-Ctr.	Z.-Ctr.	Sgr.	Thlr.	Z.-Ctr.	Pfd.
1836—37	122	506,923	28,162	—	—	$18,_{00}$	$4,_{09}$
1837—38	156	2,763,942	153,552	—	—	$18,_{00}$	$4,_{28}$
1838—39	159	2,904,208	163,158	—	—	$17,_{80}$	$4,_{44}$
1839—40	152	4,405,637	253,198	—	—	$17,_{40}$	$4,_{58}$
1840—41	145	4,829,734	284,102	¼	40,248	$17,_{00}$	$4,_{71}$
1841—42	135	5,131,516	314,817	½	85,425	$16,_{30}$	$4,_{84}$
1842—43	98	2,475,745	154,734	½	41,262	$16,_{00}$	$4,_{98}$
1843—44	105	4,349,667	286,162	½	72,494	$15,_{20}$	$5,_{12}$
1844—45	98	3,890,404	259,360	1½	194,520	$15,_{00}$	$5,_{26}$
1845—46	96	4,455,092	303,068	1½	222,755	$14,_{70}$	$5,_{40}$
1846—47	107	5,633,848	402,418	1½	281,692	$14,_{00}$	$5,_{53}$
1847—48	127	7,676,772	536,837	1½	383,839	$14,_{30}$	$5,_{67}$
1848—49	145	9,896,718	717,154	1½	494,836	$13,_{80}$	$5,_{80}$
1849—50	148	11,525,671	847,475	1½	576,284	$13,_{60}$	$5,_{99}$
1850—51	184	14,724,309	1,066,979	3	1,472,431	$13,_{80}$	$6,_{18}$
1851—52	234	18,289,901	1,261,372	3	1,828,990	$14,_{50}$	$6,_{37}$
1852—53	238	21,717,096	1,696,648	3	2,171,710	$12,_{80}$	$6,_{57}$
1853—54	227	18,469,890	1,420,761	6	3,693,978	$13,_{00}$	$6,_{76}$
1854—55	222	19,188,402	1,572,820	6	3,837,680	$12,_{20}$	$7,_{08}$
1855—56	216	21,839,799	1,747,184	6	4,367,960	$12,_{50}$	$7,_{40}$
1856—57	233	27,551,208	2,071,519	6	5,510,242	$13,_{30}$	$7,_{71}$

Campagne.	Zahl der Fabriken.	Verarbeitete Rüben.	Rohzucker-Produktion.	Entrichtete Steuer		Rüben-Verbrauch zu 1 Z.-Ctr. Zucker.	Zucker-Consum pro Kopf.
				pro Z.-Ctr. Rüben.	Brutto.		
		Z.-Ctr.	Z.-Ctr.	Sgr.	Thlr.	Z.-Ctr.	Pfd.
1857—58	249	28,915,134	2,409,594	6	5,783,027	12,00	8,03
1858—59	257	36,668,557	2,887,288	7½	9,167,139	12,70	8,35
1859—60	256	34,399,317	2,915,196	7½	8,599,829	11,80	8,50
1860—61	247	29,354,032	2,530,520	7½	7,338,508	11,60	8,65
1861—62	247	31,692,394	2,515,269	7½	7,923,099	12,60	8,81
1862—63	247	36,719,259	2,760,847	7½	9,179,815	13,30	8,96
1863—64	253	39,911,520	3,023,600	7½	9,977,880	13,20	9,11
1864—65	270	41,641,204	3,413,214	7½	10,410,301	12,20	9,26
1865—66	295	43,452,773	3,713,912	7½	10,863,193	11,70	9,41
1866—67	296	50,712,709	4,024,818	7½	12,678,177	12,60	9,55
1867—68	293	40,593,392	3,300,276	7½	10,148,348	12,30	9,70
1868—69	295	49,953,656	4,162,805	7½	12,488,414	12,00	9,87
1869—70	296	51,691,738	4,343,844	8	13,784,463	11,90	10,07
1870—71	304	61,012,912	5,259,734	8	16,270,110	11,60	10,30
1871—72	311	45,018,363	3,728,363	8	12,004,897	12,07	—
1872—73	328	63,630,977	5,173,250	8	16,968,000	12,3	—

γ) Der Traubenzucker.

Der Traubenzucker (Stärkezucker, Kartoffelzucker, Glycose, Dextrose) ist eine feste Zuckerart, die sich neben einem flüssigen, nicht krystallisirbaren Zucker (Schleimzucker) in vielen süssen Früchten neben Rohrzucker im Honig findet und sich auf chemischem Wege bildet a) durch Umwandelung der Stärke, des Dextrins, des Rohrzuckers durch verdünnte Säuren und die sogenannte Diastase des Malzes. b) durch Behandeln von Cellulose und ähnlichen Pflanzenstoffen mit verdünnten Säuren. Der Traubenzucker findet sich in den Obstsorten beispielsweise in folgender Menge (in Mittelzahlen ausgedrückt):

Pflaumen . .	2,12 Proc.
Reineclauden .	3,12 „
Zwetschen . .	6,26 „
Stachelbeeren .	7,15 „
Birnensorten .	8,02—10,8 Proc.
Aepfel . . .	8,37 Proc.
Sauerkirschen .	8,77 „
Süsskirschen .	10,79 „
Trauben . .	14,79 „

Der Traubenzucker krystallisirt in hemisphärischen Warzen oder in blumenkohlähnlichen Gestalten. Er ist weniger leicht löslich in Wasser, als

der Rohrzucker; er bedarf zu seiner Lösung $1^1/_3$ Th. seines Gewichtes kalten Wassers; in kochendem Wasser ist er in allen Verhältnissen löslich und es bildet sich ein Syrup, der zwar zuckersüss schmeckt, welcher sich aber nicht in Fäden ziehen lässt, wie der Rohrzuckersyrup. Man braucht $2^1/_2$ Mal so viel Traubenzucker als Rohrzucker, um dem nämlichen Volumen Wasser die gleiche Süssigkeit zu ertheilen. Unter dem Einflusse der Fermente erleidet der Traubenzucker mannichfache Umwandlungen; die Produkte variiren je nach der Natur der Fermente und den Bedingungen, unter denen man arbeitet. Die Hefe, sowie sie sich bei der Gährung der Bierwürze bildet, zerlegt den Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure. 100 Kilogr. Traubenzucker geben; 51,11 Kilogr. Alkohol, 48,49 Kilogr. Kohlensäure.

Der Traubenzucker aus Kartoffelstärke (Kartoffelzucker, Stärkezucker) ist die wichtigste und diejenige Traubenzuckerart, die allein fabrikmässig dargestellt wird. Die Bereitung des Zuckers aus Stärke und verdünnter Schwefelsäure zerfällt in folgende Operationen: a) das Kochen des Stärkemehls mit verdünnter Schwefelsäure geschieht mit Hülfe von Wasserdämpfen, welche in die Kochbottiche geführt werden. In der Regel nimmt man auf: 100 Kilogr. Stärkemehl 2 Kilogr. Schwefelsäure, englische (von 60° B.) und 300—400 Liter Wasser, wenn Syrup dargestellt werden soll; für die Bereitung von festem Stärkezucker erhöht man die Menge der Schwefelsäure bis auf 4 Kilogr., um die Kochzeit abzukürzen. b) Das Abscheiden der Schwefelsäure aus der Zuckerflüssigkeit geschieht durch B a r y t oder durch K a l k, welche beide mit der Schwefelsäure unlösliche Salze bilden, die sich am Boden des Neutralisationsgefässes absetzen, so dass die darüber stehende Flüssigkeit nach einiger Zeit klar abgezapft werden kann. c) Das Eindampfen der so erhaltenen Zuckerlösung geht vor sich in flachen kupfernen Kesseln bei gelindem Feuer, am besten durch Wasserdämpfe; es scheiden sich dabei Gyps und andere Unreinigkeiten, letztere als Schaum aus, welche entfernt werden. Die bis auf 15—16° B. eingekochte Flüssigkeit wird über Knochenkohle filtrirt. Beabsichtigt man die Darstellung von festem Zucker, so dampft man den Syrup in flachen Gefässen bis auf 40—41° B. ab und bringt ihn dann in Krystallisirpfannen; sobald die Krystallisation begonnen hat, wird die körnige Flüssigkeit in Fässer gefüllt, in denen sie nach einiger Zeit gänzlich fest wird. Auf diese Weise lässt sich jedoch nur ein sehr untergeordnetes und unreines Produkt erhalten. Ein schöneres und weisseres Fabrikat erhält man, wenn man die Melasse von den Stärkezuckerkrystallen trennt. Der so erhaltene Zucker wird auf Gypsplatten gelegt und in Trockenstuben gebracht, welche die Melasse zum grössten Theile absorbiren. Die trockne Masse wird gesiebt und das Pulver entweder in Zuckerhutformen gepresst oder als Pulver in Fässer gepackt.

Die Zusammensetzung des Stärkezuckers, wie er im Handel sich findet, ist eine sehr verschiedene. Während indessen vor wenig Jahren noch der käufliche Stärkezucker nur 50 Proc. Zucker, 32,5 Proc. fremde Stoffe und 17,5 Proc. Wasser enthielt, kommt in neuerer Zeit der Stärkezucker in grösserer Reinheit vor, so fand G s c h w a e n d l e r (1870) bei der Untersuchung einiger Stärkezuckersorten

	1.	2.	3.	4.	5.
Traubenzucker . . .	67,5	64,0	67,2	75,8	62,2
Dextrin	9,0	17,4	9,1	9,0	8,8
Wasser	19,5	11,5	20,0	13,1	24,6
Fremde Bestandtheile .	4,0	7,1	3,7	2,1	4,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Der Traubenzucker (aus Stärke) findet sowohl in fester Gestalt als auch in Form von Stärkesyrup als Ersatzmittel des Zuckers der Trauben und des in dem Malz durch die Einwirkung der Diastase erzeugten Zuckers Anwendung und zwar zur Bereitung von Wein (nach dem Verfahren von Gall und Petiot) und auch von Bier. 1 Ctr. Kartoffelzucker soll 3 Ctr. Braumalz zu ersetzen im Stande sein. Auch wird er gegenwärtig in erstaunlicher Menge anstatt des Honigs in der Zuckerbäckerei und Lebküchnerei verwendet, ferner findet er Anwendung in den Mostrich- und Tabakfabriken und endlich zur Herstellung der Zuckercouleur, die zum Braunfärben der Liqueure und des Essigs, des Rum und Cognac und mitunter zum Färben des Bieres und Weines verwendet wird. Man stellt die Zuckercouleur durch Erhitzen von Stärkezucker in einem Kessel bis zur Bildung einer dunkelbraunen Schmelze dar, die man dann in Wasser zu einer dickflüssigen dunkelbraunen Flüssigkeit löst. Häufig nimmt man das Schmelzen des Zuckers unter Zusatz von Natriumcarbonat oder Aetznatron vor.

Die Produktion an Stärkezucker im deutschen Reiche ist eine ansehnliche. Im Jahre 1874 producirten 60 Fabriken gegen
360,000 Centner Stärkesyrup und
500,000 „ Stärkezucker.

Die Gährungsgewerbe.

Die Alkoholgährung (geistige Gährung) kann nur vor sich gehen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind: 1) eine wässerige Lösung von Zucker und zwar von 1 Th. Zucker in 4—10 Th. Wasser. Der Zucker kann sein entweder eine gährungsfähige Zuckerart wie Dextrose oder Levulose, oder eine nicht gährungsfähige wie Rohrzucker oder Milchzucker; in letzterem Falle muss zugleich eine Säure oder ein anderes Agens vorhanden sein, welches den Uebergang dieser Zuckerarten in gährungsfähige bewirkt. 2) Gegenwart von Hefe, und zwar von Pflanzen (Stellhefe) oder Sporen. Im ersteren Falle nimmt man an, dass 1 Th. Hefe auf 5 Th. Zucker hinreichend sei, um eine kräftige, normal verlaufende Gährung zu bewirken. Soll durch Sporen die Gährung vor sich gehen (Selbstgährung), so müssen die Bedingungen der Entwickelung der Sporen zur Hefenpflanze — Proteïnkörper und phosphorsaure Erden und Alkalien — vorhanden sein. Die Hefe, speciell die Bierhefe, führt den botanischen Namen *Saccharomyces cerevisiae*

oder *Hormiscium cerevisiae.* Ist keine Hefe vorhanden, so treten zu den Bedingungen der geistigen Gährung 3) atmosphärische Luft, insofern dieselbe die zum Einleiten der Gährung erforderlichen Keime für die Entwickelung der Hefenzellen liefert; 4) eine gewisse Temperatur, deren Grenzen 5° und 30° sind. In der Regel geht die geistige Gährung jedoch bei einer Temperatur zwischen 9° und 25° vor sich. Je niedriger die Temperatur, desto langsamer verläuft die Gährung, und umgekehrt. Bei einer Temperatur, die höher ist als 30°, geht die Alkoholgährung leicht in andere Gährungsarten, namentlich in Buttersäure über.

Die Hefe*) braucht, wie alle Pflanzen, zu ihrer Entwickelung und Vermehrung die Mitwirkung des freien Sauerstoffs, bei Luftabschluss, beim Abschluss von freiem Sauerstoff kann die Hefe in der Nährlösung nicht wachsen. Die Behauptung Pasteur's, dass die Hefe statt des freien Sauerstoffs gebundenen Sauerstoff für ihre Vermehrung aus sauerstoffreichen Verbindungen z. B. aus Zucker nehmen könne, hat sich als unhaltbar erwiesen, ebenso wie die Ansicht, dass darauf der Process der Gährung beruhe, da, wie die Versuche Brefeld's nachgewiesen haben, die nicht wachsende, vom Zutritt des freien Sauerstoffs abgeschlossene Hefenzelle in Zuckerlösungen Alkoholgährung hervorruft, wobei die Hefe nach und nach in einen eigenthümlichen pathologischen Zustand übergeht und nicht mehr wächst. Unter geeigneten Verhältnissen wächst daher bei normaler Ernährung die Hefe, ohne Gährung zu erregen; andererseits ist festgestellt, dass Gährung ohne Wachsthum der Hefe eintritt. Wachsthum der Hefe und Gährung sind demnach von einander zu trennen. Die Erzeugung der Saathefe muss bei reichlichem Zutritt von Luft, die Gährung dagegen bei möglichstem Luftabschluss, bei Gegenwart von genügender gesunder gährkräftiger Hefe vor sich gehen.

Die vier Gewerbe, die sich auf die geistige Gährung gründen, sind:

α) die Weinbereitung, bei welcher man nicht allen, sondern nur einen Theil des Zuckers des Mostes in Alkohol und Kohlensäure überzuführen sucht. Der Alkohol wird von der vergohrenen Flüssigkeit nicht getrennt. Der grösste Theil der Kohlensäure entweicht. Ein kleiner Theil derselben bleibt in der gegohrenen Flüssigkeit und ist zu deren Haltbarkeit nothwendig. Bei unterdrückter Gährung wird ein Theil der durch eine regulirte Gährung gebildeten Kohlensäure von der Flüssigkeit absorbirt und entweicht nach Beseitigung des Druckes unter Schäumen (Schaumwein);

β) die Bierbereitung, bei welcher die alkoholbildende Substanz meist Stärkemehl ist; ein Theil desselben geht in nicht gährungsfähiges Dextrin, ein anderer und grösserer Theil in Dextrose über, deren Zersetzung in einer kräftigen Gährung bewirkt wird. Ein kleiner Theil der Dextrose wird reservirt und dient zur Unterhaltung der Nachgährung, welche durch

*) Für das Verständniss der Rolle der Hefe bei der Alkoholgährung und der Hefenbereitung ist neben den Arbeiten von L. Pasteur u. J. v. Liebig das Studium der Untersuchungen von Oscar Brefeld über die Alkoholgährung (Landwirthschaftl. Jahrbücher 1873 Jahrgang III Heft 1) ganz unerlässlich.

Temperaturerniedrigung möglichst verlangsamt wird und in Folge der dabei stattfindenden Kohlensäureausscheidung das Bier zum Aufbewahren geeignet macht. Ebenso wie bei dem Weine wird der Alkohol von der gegohrenen Flüssigkeit nicht abgeschieden.

γ) Während man bei der Bierbrauerei nur einen Theil des als Rohmaterial angewendeten Stärkemehls in Dextrose überführt und dasselbe nun nach und nach in Alkohol und Kohlensäure verwandelt, ist es dagegen die Aufgabe der Spiritusfabrikation, aus dem gegebenen Material — Stärkemehl oder Zucker — in der kürzesten Zeit die grösstmöglichste Menge Alkohol zu erzeugen, welche von der gegohrenen Flüssigkeit durch Destillation getrennt wird. Der Zweck der Weinbereitung ist stets die Erzeugung von Wein, der der Brauerei die Fabrikation von Bier, bei der Spiritusfabrikation ereignet es sich dagegen häufig, dass die Erzeugung der Brennereirückstände, das Mastfutter, als Hauptprodukt in den Vordergrund, die des Spiritus als Nebenprodukt in den Hintergrund tritt. Die Spiritusfabrikation ist oft ein Mittel zum Zweck der Herstellung eines concentrirten Viehfutters.

δ) Die Bäckerei gehört bei dem gegenwärtigen Betriebe des Gewerbes in gewisser Beziehung auch zu den Gährungsgewerben, insofern beim Aufgehen des Teiges geistige Gährung stattfindet. Nur kommt hierbei nicht der Alkohol, sondern nur die Kohlensäure in Betracht, deren Erzeugung der Zweck der durch Sauerteig oder Hefe eingeleiteten Gährung ist. Die wiederholt vorgeschlagene Brotteiglockerung auf chemischem Wege (aus Natriumbicarbonat und Salzsäure oder aus Kaliumbicarbonat und Calciumsuperphosphat erzeugter Kohlensäure) hat nur locales Interesse.

Bei den vorstehenden Gährungsgewerben sieht man auf die Erzeugung von Alkohol oder von Kohlensäure, oder von beiden zugleich. Aber auch die Bildung von Hefe kann der Zweck der Operation sein, wobei der zugleich mit erzeugte Alkohol um so weniger in Frage kommt, als die Hefe — wie O. Brefeld nachgewiesen — unter geeigneten Umständen bei normaler Ernährung auch wächst, ohne Gährung zu erzeugen. Aus diesem Grunde schliesst sich die Hefenfabrikation gewissermaassen den auf geistige Gährung sich stützenden Gewerben an.

Die Weinbereitung.

Unter dem Namen Wein versteht man in der engeren Bedeutung des Wortes eine alkoholische Flüssigkeit, welche durch Selbstgährung des Traubensaftes und ohne Destillation gewonnen wurde. In der weiteren Bedeutung rechnet man zu den Weinen eine jede durch Gährung eines Obstsaftes entstandene geistige Flüssigkeit.

Der Weinstock gedeiht weder in der kalten, noch in der tropischen Zone und in den gemässigten nur unter gewissen Bedingungen, die sich auf das Klima und die Bodenbeschaffenheit erstrecken. Im Allgemeinen geräth er auf dem Festlande Europas noch bis zum

50° n. B. und giebt cultivirt in besonders günstigen Lagen noch bis zum 51—53° n. B. (Meissen und Dresden, Grüneberg, Crossen, Guben) trinkbaren Wein.

Die Zuckerbildung beginnt in der Traube schon früh und in dem Maasse wie der Zuckergehalt steigt, tritt die Säure zurück. Mit dieser Abnahme geht eine stetige Zunahme der Mineralbestandtheile Hand in Hand. Die von C. Neubauer ausgeführten Analysen von Trauben vom Neroberg bei Wiesbaden (1868) zeigten

am 27. Juli	0,6	Proc. Zucker und	2,7	Proc. freie Säure,	
„ 9. Aug.	0,9	„ „ „	2,9	„ „ „	
„ 17. „	2,3	„ „ „	2,8	„ „ „	
„ 28. „	8,2	„ „ „	1,9	„ „ „	
„ 7. Sept.	11,9	„ „ „	1,2	„ „ „	
„ 17. „	18,4	„ „ „	0,95	„ „ „	
„ 28. „	17,5	„ „ „	0,8	„ „ „	
„ 5. Oct.	16,9	„ „ „	0,8	„ „ „	
„ 12. „	18,6	„ „ „	0,9	„ „ „	
„ 22. „	17,9	„ „ „	0,6	„ „ „	

Da die Trauben um so mehr Zucker enthalten, je reifer sie sind, und da sie um so alkoholreicheren Wein geben, je zuckerreicher sie sind, so soll die Traubenlese (der Herbst) nur im möglichst reifen Zustande der Beeren stattfinden. Die noch an ihren Traubenstöcken oder Kämmen befindlichen oder von denselben getrennten Beeren werden nun zerdrückt, dadurch geöffnet und der Saft aus denselben blosgelegt. Gewöhnlich zerdrückt man sie vorher nur und presst sie erst später. Will man den erhaltenen Saft (Most) sogleich von den Kämmen, Kernen und Schalen trennen, so wendet man eine an dem Boden und an den Seitenwänden durchlöcherte Butte, in welcher, nachdem der Most abgeflossen ist, die Kämme und Häute zurückbleiben, an. Soll der Most über den Kämmen gähren, so lässt man die ganze Masse beisammen und presst den Saft erst von den Trestern ab, sobald die Gährung mehr oder weniger vorgeschritten ist. Für sich allein gegohren, giebt der Most einen minder gefärbten, reiner schmeckenden, aber weniger haltbaren Wein. Lässt man ihn mit den Schalen gähren, so gewinnt der Wein, wenn die Trauben blau und roth sind, eine rothe Farbe und aromatische Bestandtheile, welche in den Schalen enthalten sind und erst während der Gährung in Folge der Entstehung von Alkohol sich lösen; ein solcher Wein wird weit eher trinkbar, da die Gerbsäure, die aus den Kernen sich löste, eine schnellere Abscheidung der trübenden Proteïnkörper bewirkt. Man erreicht dasselbe Resultat, wenn man die ausgepressten Trester entweder ganz oder nur zum Theil unter den gährenden Most mischt. Anstatt des Auspressens des Saftes wendet man neuerdings zuweilen das Centrifugiren an.

Der Traubensaft oder Most enthält alle in den Weinbeeren enthaltenen löslichen Theile und ist durch darin suspendirte Pflanzentheile trübe.

1 Liter Traubensaft enthält:	Gramme.
Wasser .	860 bis 830
Zucker (Dextrose und Levulose)	150 „ 300
Uebrige Stoffe (Pektin, Gummi, sogen. Extractivstoffe, Proteïnsubstanzen, organische Säuren und Mineralstoffe) . . .	30 „ 20
	1040 bis 1150

Nach Erlenmayer findet sich in dem Traubensafte eine kleine Menge Glykolsäure, nach Lindenborn (1867) und nach A. Hilger (1871) auch etwas Inosit. Nach einer Untersuchung von Al. Classen enthielten 1000 Th. Saft aus reifen rheinischen Beeren (Jahrgang 1868):

	1.	2.	3.
Feste Bestandtheile	164,4	189,7	204,6
Zucker	149,9	162,4	174,0
Freie Säure . .	7,2	6,8	4,8
Asche	2,7	3,0	4,0

In 100 Th. Asche waren enthalten

	1.	2.	3.
Phosphorsäure	16,6	16,1	14,0
Kali	64,2	66,3	71,4
Magnesia . .	4,7	2,8	2,5

Als Beispiel specieller Art seien folgende von C. Neubauer (1868) ausgeführte Mostanalysen angeführt:

	Neroberger Riesling.	Steinberger Auslese.
Grade der Mostwage	95	115
Zucker	18,06	24,24
Freie Säure	0,42	0,43
Eiweisskörper	0,22	0,18
Mineralbestandtheile (Kali, Phosphorsäure etc.)	0,47	0,45
Gebundene organische Säuren und Extractivstoffe	4,11	3,92
Summa der gelösten Bestandtheile	23,28	29,22
Wasser	76,72	70,78
	100,00	100,00

Die Gährung des Traubensaftes ist Selbstgährung, d. h. sie erfolgt durch Aussetzen des Traubensaftes an die Luft von selbst, ohne dass es dabei eines Zusatzes von Hefe bedarf. Die eiweissähnlichen Substanzen des Mostes bilden unter Mitwirkung der in der atmosphärischen Luft befindlichen Sporen Hefenzellen, deren Bildung die Ursache der bald eintretenden Trübung des Mostes ist. So wie Hefe auftritt, beginnt die Gährung und setzt sich in den meisten Fällen bei geeigneter Temperatur bis zur Beendigung der Hauptgährung fort. Die Weingährung ist Untergährung und beginnt bei 10—15°. Die Gährung verläuft um so regelmässiger und sicherer, je grösser die Menge der gährenden Flüssigkeit ist; die Gährgefässe sind entweder hölzerne Gährkufen oder Bottiche, oder sie sind von Stein oder gebranntem Thone; erstere verursachen zwar grössere Unterhaltungskosten und leiden durch Trockne und Nässe, leiten dagegen die Wärme weniger leicht ab und werden in Deutschland fast allgemein angewendet. Man lässt den Most entweder in bedeckten oder geschlossenen Gährbotttichen, oder in offenen gähren. Die während der Gährung entstandene Hefe hat sich am Boden abgeschieden und der junge Wein, welcher die Hauptgährung überstanden hat, kommt zur Nachgährung auf die Lagerfässer.

Nachdem durch die Hauptgährung der grösste Theil des Zuckers des Mostes in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt worden ist, findet eine Erniedrigung der Temperatur der gährenden Flüssigkeit statt, welche im Verein

mit der Zunahme des Alkoholgehaltes die Gährung dergestalt verlangsamt, dass ihre vollständige Beendigung nicht mit Sicherheit wahrgenommen werden kann. Diese nach der stürmischen Gährung eintretende zweite Gährung heisst die Nachgährung. Während derselben setzt sich an den inneren Wänden der Fässer Weinstein und Hefe, ersterer krystallinisch, letztere als Schlamm, ab, von welchem der Wein, sobald die Nachgährung vorüber ist, durch Abziehen desselben getrennt werden muss.

Der Wein enthält fast alle Bestandtheile des Mostes und Produkte seiner theilweisen Zersetzung; als charakteristische Bestandtheile des Weines, die sich in dem Moste nicht finden, treten auf Alkohol, riechende Bestandtheile, Bernsteinsäure und Glycerin. In dem Weine ist entweder die Gährung vollkommen beendigt und aller Zucker zersetzt, wodurch man die sogenannten trockenen (rein geistigen) oder sauren Weine (z. B. die Franken- und Rheinweine) erhält, oder es ist in dem Weine noch ein Theil des Zuckers unzersetzt enthalten, sei es, dass die Gährung wegen Mangel an Wasser oder an hefebildenden Substanzen, oder wegen zu niedriger Temperatur nicht zu Ende kommen konnte. Letztere Weine heissen süsse Weine, die süssen und dabei dicksaftigen Weine werden Liqueurweine genannt. Wenn der Wein mit den Schalen der blauen und rothen Trauben gegohren hat, so nimmt er aus den Schalen entweder darin bereits fertig gebildet enthaltene oder während der Gährung erst entstandene Farbstoffe auf und heisst, wenn er dadurch roth gefärbt ist, rother Wein, hellroth Schiller, wenn er nur röthlich ist Bleichert. Mit Hülfe künstlicher und dadurch hervorgerufener schneller Gährung erzeugter Wein wird gefeuerter Wein genannt; junger Wein heisst grüner Wein (im ersten Jahre Most), abgelagerter Wein Firnewein. Der angenehme Geruch des Weines heisst seine Blume (Bouquet), der eigenthümlich gewürzhafte Geschmack, welcher sich scheinbar im Munde erst entwickelt, wird die Göhr des Weines genannt. Die Gähre, ein in Franken, am Rhein und an der Mosel gebräuchlicher Ausdruck, bezeichnet den eigenthümlichen aromatischen Geschmack und Geruch, der beim Kosten des Weines wahrzunehmen ist; während sich die Blume erst bei der Gährung entwickelt, nimmt man an, dass die Gähre schon den Trauben angehöre. Ist der Wein reich an Alkohol und Extractivbestandtheilen, so sagt man von ihm, er habe Körper; enthält er viel Alkohol und ätherische Substanzen, so nennt man ihn schwer.

Die rothen französischen Weine enthalten 9—14 Proc. (dem Volumen nach) Alkohol, Burgunder 9, 10 und 11 Proc., Bordeaux 10, 11 und 12 Proc. Die Frankenweine enthalten 8—10 Proc., die Pfälzer Weine 7—9,5 Proc., die badischen Weine 9,8—11,5 Proc., die Weine Ungarns 9—11 Proc. Champagner enthalten 9—12 Proc., Xeres 17 Proc., Madeira 17—23,7 Proc. Die in allen Weinsorten sich findende Säure ist ausser der Kohlensäure Bernsteinsäure, Weinsäure, Essigsäure; diese Säuren finden sich theils im freien Zustande, theils in Gestalt von Salzen, die Weinsäure namentlich in Form von *Cremor tartari* und andern sauren weinsauren Salzen. Ferner findet sich in jedem Weine ein gewisses Quantum Glycerin. Mit dem zunehmenden Alter nimmt der Glyceringehalt ab, ja in sehr alten Weinen kommt wahrscheinlich kein Glycerin mehr vor; dadurch lässt sich die Speere (Magerkeit) alter Weine erklären. Was die Farbstoffe des Weines anlangt, so haben nur die des rothen Weines Interesse; die der gelbbraun gefärbten Weine sind oxydirte Extractivstoffe, die ihrem Wesen nach sich den Humussubstanzen

nähern. Der Farbstoff des rothen Weines ist mit dem Namen Oenocyan (Weinblau) bezeichnet worden. Durch Verdampfen des Weines bis zur Trockne bleiben die nichtflüchtigen Bestandtheile des Weines, das sogenannte Extract zurück; es besteht aus einem Gemenge der nicht flüchtigen Säuren, der Salze mit organischen und anorganischen Säuren mit Oenanthin, Farbstoffen, Zucker, Proteïnsubstanzen und Extractivstoffen, deren Natur nicht bekannt ist. Die Menge des Extractes ist sehr verschieden und richtet sich nach der Art des Weines und nach dem Vergährungsgrade des Zuckers. In den Rheinweinen findet sich als Maximum 10,6, als Minimum 4,2 Proc. Extract. Die mineralischen Bestandtheile finden sich in dem Weine in geringer Menge; im Mittel von vier Madeiraweinen betrugen sie 0,25 Proc., von vier Rheinweinen 0,12 Proc., von vier Portweinen 0,235 Proc.

Ueber die wohlriechenden Bestandtheile des Weines, die oft seinen Werth bedingen, ist etwas Zuverlässiges noch nicht bekannt. Derjenige Stoff, welcher dem Wein den eigenthümlichen Weingeruch ertheilt, ist ein Gemenge von Oenanthäther (Weinblumenäther) mit Alkohol. Hinsichtlich der Blume und des Bouquets ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es ebenfalls durch während der Gährung sich bildende Aetherarten gebildet wird, die aber ihrer äusserst geringen Menge wegen noch nicht mit Sicherheit erkannt und unterschieden werden konnten.

Ein grosser Fortschritt in der Weinbehandlung ist die von Pasteur eingeführte Conservationsmethode (das Pasteurisiren, für welches wir den kürzern Namen Pastriren in Vorschlag bringen). Dieses Verfahren zum Haltbarmachen des Weines besteht in dem Erwärmen des Weines in Fässern bis zu einer Temperatur von 60° C. Der zum Pastriren des Weines dienende und von Rossignol construirte Apparat (der bereits am Rhein und Maine vielfach benutzt wird), besteht (wie umstehend Fig. 17 u. 18 zeigen) aus einem Fasse *T*, dessen einen Boden man weggenommen und durch einen kupfernen Kessel *C* ersetzt hat. Der untere Theil dieses Kessels hat die Form eines abgestumpften Kegels; auf dem Rand desselben ist der obere trompetenförmige Theil aufgesetzt, welcher sich zu einer oben offenen Röhre *c* verlängert und an der Aussenseite verzinnt ist. Der zu erhitzende Wein wird in das Fass gebracht; der Kessel ist mit Wasser gefüllt und wird durch eine Feuerung, über welcher er steht, erhitzt. Das Wasser überträgt die aufgenommene Wärme auf den Wein; es wird niemals zum Kochen erhitzt und erlangt kaum eine höhere Temperatur als der Wein. Der Kessel braucht nicht entleert und wieder gefüllt zu werden, sondern man benutzt immer dasselbe Wasser. Am besten ist es, so viel Wasser in den Kessel zu bringen, dass dasselbe, wenn es das Maximum der Temperatur erlangt hat, die Röhre *c* zur Hälfte oder zu drei Viertheilen füllt. Nachdem der Wein die erforderliche Temperatur, welche durch ein Thermometer *t* angegeben wird, erlangt hat, wird er durch einen unten an dem Fasse angebrachten Hahn *r* abgezogen und in die zu seiner Aufbewahrung bestimmten Fässer gefüllt, zu welchem Zweck man ein Kautschukrohr *f* mit dem Hahne verbindet. Sobald das Fass leer ist, füllt man es wieder mit einer anderen Portion Wein, um die in der Feuerung und dem Wasser angesammelte Wärme zu benutzen. Fig. 18 zeigt, auf welche Art der untere Theil des Fasses dicht schliessend mit dem Kessel verbunden ist. An den Kessel ist ein verzinnter flacher kupferner Ring *a* angelöthet; dieser Ring befindet sich zwischen zwei anderen Ringen, einem ziemlich dicken eisernen Ring *b* und einem 1 bis 2 Centimeter dicken

Kautschukring *d*. An dem untern Theil des Fasses befindet sich ferner ein eiserner Reifen *e*, welcher etwas in das Holz der Dauben eingefalzt ist; an diesen Reifen sind Winkeleisen angenietet und diese sind durch Schrauben-

Fig. 17.

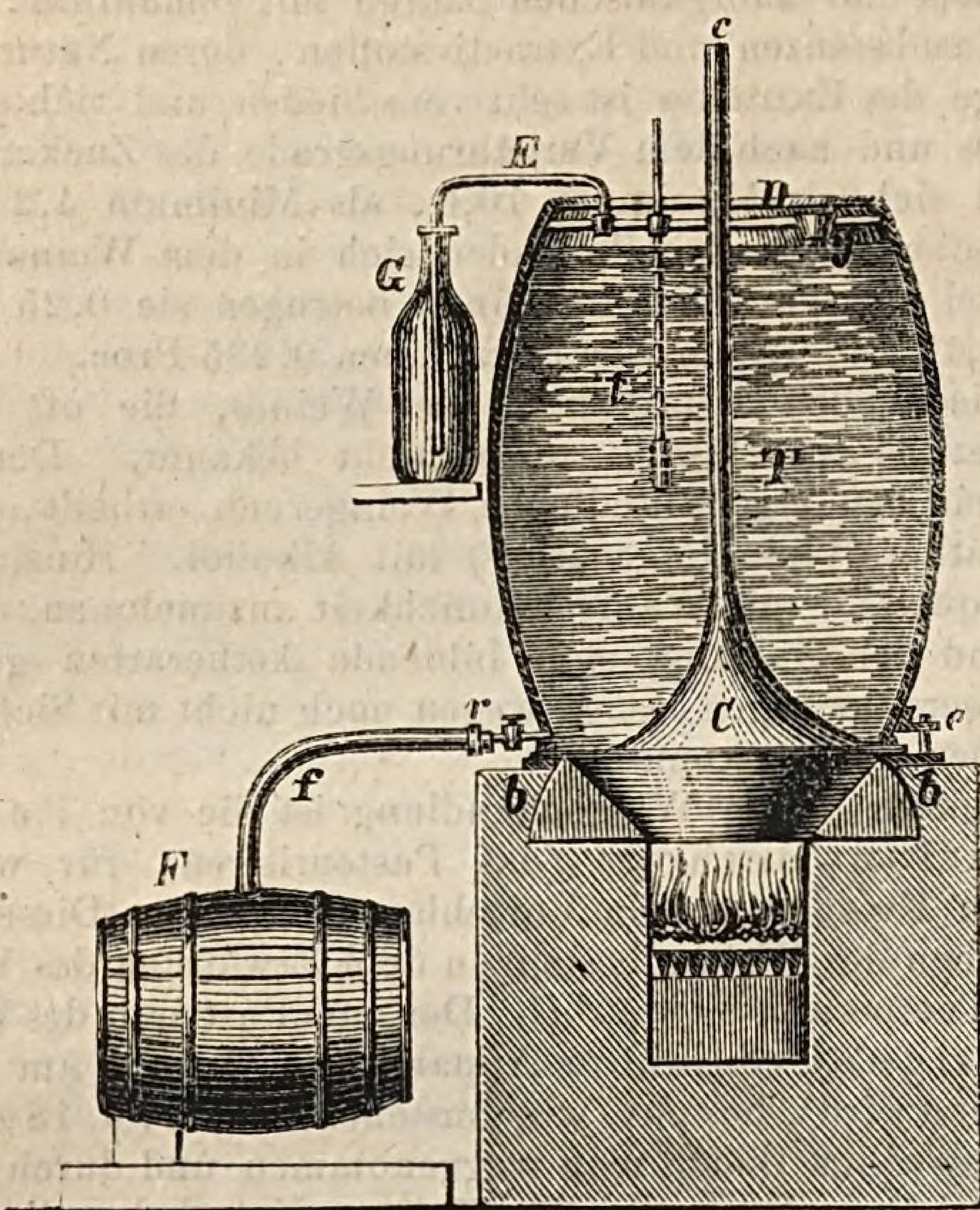
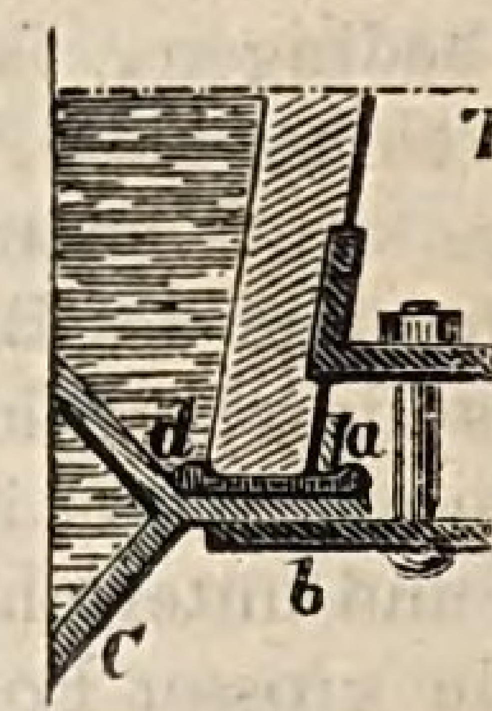


Fig. 18.



bolzen mit dem Ringe *b* verbunden. Indem man die Schrauben fest anzieht, wird der Kautschukring zusammengedrückt und dadurch ein dichter Verschluss erzielt.

Die bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände und Abfälle bestehen in den Trestern (Kämme, Stiele, Ranken der Trauben, Häute und Kerne der Beeren) und in dem Weingeläger (Hefe und Weinstein). Beide finden mannichfache Anwendung. Was die Trester betrifft, so hat man zuvörderst zu unterscheiden, zwischen den mit Wasser ausgelaugten und den nicht ausgelaugten Trestern, welche letztere nicht unbeträchtliche Mengen von Most enthalten; letztere dienen 1) zur Bereitung von petiotisirtem Wein, nicht zu verwechseln mit dem Tresterwein; 2) zur Erzeugung von Branntwein (Tresterbranntwein), wobei nicht nur der in dem Moste enthaltene Zucker in Betracht kommt, sondern auch wahrscheinlich der durch Spaltung der Gerbsäure, die in so grosser Menge in den Trestercomponenten sich findet, entstandene; 3) zur Fabrikation von Grünspan; 4) zur Essigfabrikation und zur Beförderung der Essigbildung aus zucker- oder alkoholhaltigen Flüssigkeiten; 5) als Viehfutter, eine in Frankreich für Pferde, Maulthiere und Schafe übliche Anwendung; 6) die ausgepressten oder schon auf Branntwein oder Essig benutzten Trester können als Brennmaterial sowie als Düngmittel Anwendung finden; 7) die Traubenkerne können auf fettes Oel, das sie in einer Quantität

von 10—11 Proc. enthalten, verarbeitet werden; 8) wegen ihres grossen Gehaltes an Gerbsäure kann man die durch Auspressen oder durch Extraction mit Canadol oder Schwefelkohlenstoff von dem fetten Oele befreiten Kuchen zum Gerben, zum Schwarzfärben u. s. w. verwenden; eine sehr vortheilhafte Benutzung wäre ferner deren Verarbeitung auf Weinkerngerbsäure, die in den entölten Kuchen bis zu 7 Proc. sich findet und in allen den Fällen der Weinbehandlung anzuwenden wäre, wo man gegenwärtig das den Bestandtheilen der Weintraube fremde Tannin anwendet; 9) aus dem Weingeläger stellt man durch Abpressen, Trocknen und Verbrennen Asche dar, die in Burgund und anderen Gegenden zur Fabrikation der Drusenasche (Weinhefenasche, *cendres gravelées*) dient. Auch die Trester verarbeitet man auf Potasche; 10) die Stiele und Kerne geben beim Verkohlen ein schwarzes Farbematerial (Weinrebenschwarz); 11) das Weingeläger, wesentlich aus Hefetheilen und Weinstein bestehend, wird in den Weinländern vor seiner Verarbeitung auf Potasche oder Weinstein zur Destillation eines eigenthümlich riechenden Branntweins (Drusenbranntwein) benutzt, in welchem sich ein cognacähnlich riechendes Oel befindet, welches unter dem Namen Drusenöl (Weinöl, Cognacöl, *huile de marc*) im Handel vorkommt; 12) aus dem rohen Weinstein, welcher mit etwas weinsaurem Kalk, Farbstoff und Hefe mehr oder weniger dicke Krusten bildet, die sich theils an den Wänden der Weinfässer absetzen, theils in dem Weingeläger enthalten sind, erhält man durch Reinigen den Weinstein (wesentlich Kaliumbitartrat, $C_4H_6KO_6$), aus welchem man die Weinsäure darstellt, welche zur Bereitung von Hefen- und Brausepulver und moussirenden Getränken, sowie in der Färberei und Zeugdruckerei eine ausgedehnte Anwendung findet.

Die Schaumweinfabrikation. Allen Weinen fehlt im Naturzustande die Eigenschaft des Schäumens, welche dem Weine jedoch ertheilt werden kann, wenn man das kohlensaure Gas, welches sich bei der zweiten Gährung, die, wenn man den Wein nach der ersten gewöhnlichen stehen lässt, entwickelt, gewaltsam zurückhält. Beim Oeffnen der Flasche entweicht dieses Gas und verursacht das für das Auge so erfreuliche Schäumen und Perlen. Die Quelle der Kohlensäure liegt demnach in jedem Weine und alle Weine können in Schaumweine verwandelt werden, den Vorzug verdienen aber im Allgemeinen die süssen Weine vor den trocknen und zucker- und alkoholarmen. Das Moussiren lässt sich unter zweierlei Gesichtspunkten betrachten, einmal bewirkt der Schaumwein, sowie der Kork der Flasche beseitigt wird, einen Knall und später in den Gläsern zeigt er das eigenthümliche Perlen. Beide Effecte sind nicht proportional, der Knall kann ein äusserst heftiger und das Perlen ein sehr schwaches sein, ebenso auch umgekehrt.

Das Verfahren der Fabrikation des Schaumweins ist (im Allgemeinen) folgendes: Man benutzt vorzugsweise blaue Trauben, so am Rheine die Frühburgunder Traube von Ingelheim, der Mosel-, Main- und Nahegegend und manche Rothweine aus Württemberg (Heilbronn und Esslingen) und Baden (besonders die vom Kaiserstuhl im Breisgau). Der ausgepresste Traubensaft kommt in Kufen, worin er 24—36 Stunden lang bleibt; er setzt darin erdige Stoffe, vegetabilische Unreinigkeiten und fermentbildende Substanzen ab. Darauf zapft man ihn ab und bringt ihn auf Fässer, welche, damit die Gährung möglichst langsam geschehe, in einem kühlen

Keller lagern. So lange die stürmische Gährung dauert, muss das Fass täglich aufgefüllt werden. Gegen Ende December giebt man den Wein in geschwefelte Stückfässer, schönt ihn mit Hausenblase und lässt ihn etwa einen Monat lang ruhig liegen, worauf man ihn von Neuem absticht. Gegen Ende Februar schönt man zum zweiten Male und lässt bis zu den ersten Tagen des Monats April ablagern, worauf man den Wein klar auf Flaschen zieht.

Die für den Schaumwein bestimmten Flaschen (die bekannten dickwandigen Champagnerflaschen) müssen mit grosser Sorgfalt fabricirt sein. Ehe der Wein auf Flaschen gefüllt wird, giesst man eine kleine Quantität Liqueur in jede Flasche; dieser Liqueur besteht aus weissem Kandiszucker, Wein und Cognac. Die Flüssigkeit wird mit Hausenblase geschönt, dann klar abgestochen und zum jeweiligen Gebrauch im Keller aufbewahrt. Je nach dem Geschmack der Consumenten und der Art des zu fabricirenden Schaumweines setzt man zu obigem Liqueur zuweilen Porto, Madeira, Muscatelleressenz, Kirschwasser, Himbeergeist u. dergl. Zu dem Abziehen des Weines auf Flaschen und zu deren Verschluss werden vielerlei Arbeiter verwendet: einer, welcher den Wein auf Flaschen zieht, einer, der sie verkorkt, einer, welcher sie mit Bindfaden, und einer endlich, welcher sie mit Draht verschliesst. Nachdem die Flaschen gefüllt, verkorkt und ficellirt sind, stellt man sie der Art, dass der Hals unter einem Winkel von etwa 20° geneigt ist, damit die bei der langsamen Gährung entstehende Hefe in den Hals gelange und sich an dem Kork absetze. Nach 8—10 Tagen vergrössert man die Neigung in demselben Sinne und bringt den Winkel ungefähr auf 45°; nach Verlauf von abermals 2—3 Tagen erhebt man den Boden der Flasche noch mehr; zuletzt stehen die Flaschen vertical mit dem Korke nach unten gerichtet. Durch die Gährung und das Ablagern des Weines ist in allen Flaschen ein aus Hefe, Kleber u. dergl. bestehender Niederschlag entstanden, welcher zur vollständigen Klärung des Weines aus den Flaschen entfernt werden muss. Das beste Mittel, den Absatz pulverförmig zu machen, besteht in der Anwendung von Tannin und Alaun und nur aus diesem Grunde setzt man dem Liqueur, wie oben angegeben, eine kleine Menge einer Flüssigkeit zu, welche diese Substanzen enthält. Der sich bildende Absatz enthält gerbsauren Leim und Proteïnsubstanzen des Weines, ist in Folge eines Alaunzusatzes immer pulverig und giebt einen vollkommen klaren Wein. Hat sich aller Absatz auf den Pfropfen abgelagert, so schreitet man zum Entfernen des Absatzes, das Degorgiren oder Ausspritzen genannt. Zu diesem Behufe nimmt der Arbeiter eine Flasche mit dem Halse nach unten und prüft den Wein, um sich von seiner Klarheit zu überzeugen, in welchem Falle man den Draht, der den Kork hält, aufdreht. Eine kleine Menge Wein wird beim Heraustreiben des Korkes lebhaft aus der Flasche herausgeschleudert. Der leere Raum wird mit Liqueur ausgefüllt — diese Arbeit nennt man das Dosiren. Der Arbeiter entfernt aus der degorgirten Flasche noch 160 Kubikcentimeter Wein (man nennt diese Operation das Dechargiren) und füllt nun den hierdurch und durch das Degorgiren entstandenen Raum mit Liqueur aus. Die Flasche wird mit einem frischen Korke verkorkt, den man mit Bindfaden und mit Eisendraht befestigt. Der Pfropf und die Mündung werden mit Stanniol umwickelt.

Der Alkohol- und der Zuckergehalt im Champagner ist ein sehr verschiedener, da fast in jedem Lande ein ganz besonderer Champagnergeschmack sich herausgebildet hat. In Frankreich selbst, wo der Champagner nur zum

Dessert genommen wird, liebt man ihn weder zu stark noch zu süss, daher auch dort, nach ausländischen Begriffen, mindere Sorten bevorzugt werden. Für Oesterreich und das östliche Deutschland wird er besonders süss verlangt. Auch für Russland wird der Champagner süss und mild gemacht. England erhält ihn mit dem geringsten Liqueurzusatz, weil daselbst körpervoller, kräftig schmeckender Wein beliebt ist. Im Ganzen unterscheidet man drei Qualitäten des Schaumweines der Champagne: Crêmant, Mousseux und Grandmousseux. Die erste, der Crêmant, ist die leichteste, am mindesten Schaum, sondern nur einen leichten Rahm — daher der Name — von Schaumbläschen entwickelnde Sorte; der Mousseux hat eine stärkere Effervescenz und quillt, nachdem der Pfropfen gesprungen, über die Flaschenmündung empor; der Grandmousseux schleudert den Kork mit noch stärkerem Knall heraus und überschäumt auch noch leicht im Glase. Versuche mit dem Manometer haben ergeben, dass der Mousseux 4—4½, der Grandmousseux 4½—5 Atmosphärendruck enthalten muss; was unter 4 Atmosphären hält, ist Crêmant; das höchste Maass des Gasdrucks darf 6 Atmosphären sein, bei 7 uud 8 springen die Flaschen. Gewöhnlich unterscheidet man auch zwischen gewöhnlichem Wein — welcher früher unter dem Allgemeinnamen „Sillery-mousseux“ gäng und gebe war — grossem Wein, grand vin oder qualité superieure, und Cabinetwein, auch Vin royal, impérial, fleur oder qualité exquise. Gefärbter Champagner erhält mittels „Fismes“ — einem in der französischen Stadt Fismes im Grossen fabricirten Weinfärbemittel — eine leichte Rosatinte und erhält sodann die Bezeichnung „Rose“; die bräunliche Färbung „Oeil de Perdrix“ ist nicht mehr üblich und wo sie vorkommt, nur Zeichen eines fehlerhaften Weines.

Die Produktion an Schaumwein (im Deutschen Reiche) betrug 1873 in 50 Fabriken 4,210,000 Flaschen; diese vertheilen sich auf

Preussen	2,500,000 Fl.
Hessen	680,000 „
Bayern	600,000 „
Baden	100,000 „
Württemberg	230,000 „
Sachsen	100,000 „
	4,210,000 Fl.

davon bleiben 1,210,000 Fl. im Inland, 2 Millionen Fl. gehen nach England, 1 Mill. geht nach Amerika, Australien, Indien, Russland.

Die sogenannte Weinveredelung. Der Werth einer Weinsorte ist ausser von ihrem Alkoholgehalte und Aroma auch noch von ihrem Gehalte an freier Säure abhängig. Je weniger der letzteren sie bei gleichem Alkoholgehalte und der erforderlichen Menge von aromatischen Bestandtheilen enthält, um so geschätzter und werthvoller ist sie.

Das Verhältniss zwischen den Hauptbestandtheilen des Traubensaftes, Zucker, Säure und Wasser, stimmt in guten Mosten ziemlich überein, und man kann wol annehmen, dass dieses Verhältniss kein zufälliges sei, sondern dass es zum Charakter und Wesen eines guten Mostes gehöre. Es wäre einseitig, wollte man den Werth eines Weines nur aus dem gegenseitigen Verhältniss

zwischen Alkohol, Zucker und freier Säure im Weine ableiten, indem ja die aromatischen Bestandtheile auf den Wohlgeschmack und auf den Werth von so bedeutendem Einflusse sind, nichtsdestoweniger ist man doch allgemein der Ansicht, dass gute Weine ein gewisses und ziemlich genau bestimmtes Verhältniss zwischen Alkohol, Zucker, freier Säure und Wasser erfordern. Solche Trauben, die sich zur Erzielung eines guten Weines nicht eignen, können in zweierlei Weise behandelt werden. Entweder lässt man den durch Auspressen gewonnenen Saft gähren wie er ist, in welchem Falle man einen geringen oder schlechten Wein erhält. Oder man sucht, gestützt auf chemische Analyse, dem mangelhaft zusammengesetzten Moste diejenigen Bestandtheile zu geben oder auch zu entziehen, welche er in zu geringer oder in zu reichlicher Menge enthält, oder mit anderen Worten, man stellt künstlich in dem Weine ein solches Verhältniss der Bestandtheile dar, dass dasselbe dem guten Moste nahekommt. Diese künstliche Verbesserung des Weines ist wol von der Weinverfälschung zu unterscheiden, welche dem Weine ungehörige oder der Gesundheit nachtheilige Substanzen zusetzt.

Zusatz von Zucker zu zuckerarmen Moste gehört zu den ältesten Methoden, den Wein aufzubessern. Dieser Zusatz fand allmälig immer mehr und mehr Eingang und wurde seitdem mit dem Namen Chaptalisiren bezeichnet. Obgleich es nun naheliegt, dem Moste Das zu geben, was die Natur blos durch den Mangel an Sonnenwärme nicht in genügender Quantität zu erzeugen vermochte, so trat doch der allgemeinen Anwendung der Aufwand, den der Zuckerzusatz erforderte, hindernd entgegen. Auf letzterem Zusatz beruht die von Gall empfohlene Methode der Weinverbesserung, das Gallisiren. Dasselbe besteht darin, dass man zuerst die besseren Trauben von den geringeren absondert, um davon einen besseren Bouquetwein darzustellen, statt sie mit der meist grösseren Menge der geringeren Trauben zu vermischen, in deren Safte die Vorzüge der wenigen völlig reifen Trauben gänzlich verschwinden würden. Den Most der geringeren Sorte soll man sofort nach dem Keltern mit so viel Wasser und Zucker mischen, dass sein Gehalt an Säure, Wasser und Zucker dem Gehalt an diesen Bestandtheilen in einem guten Traubenmoste gleichkommt. Durch das Gallisiren erhält der Wein die eine Bedingung des Wohlgeschmacks, nämlich richtiges Verhältniss zwischen Säure, Zucker, Alkohol und Wasser, und wenn er sonach auch nicht so vorzüglich wird, wie Wein aus sehr guten Trauben, indem ihm die andere Bedingung, der Bouquetstoff, mehr oder weniger fehlt, so wird er doch weit besser sein, als wenn er durch Gährung aus dem nicht mit Zuckerwasser versetzten Moste aus geringen Trauben bereitet worden wäre, dem nicht nur eine, sondern beide Bedingungen des Wohlgeschmacks abgehen. Wenn das Gall'sche Verfahren vom chemischen und wirthschaftlichen Standpunkte aus empfohlen werden kann, so ist dabei doch vorausgesetzt, dass man einen Zucker verwende, welcher in der That an Reinheit dem Traubenzucker (oder auch Rohrzucker) gleichkommt. Auf jeden Fall leidet der gallisirte Wein an Bouquetarmuth, wenn nicht der Weinverbesserer auch für diesen Uebelstand Heilmittel in Bereitschaft hat. Das im Jahre 1859 aufgetauchte Petiotisiren (von Petiot zu Chaminy in Burgund) geht von der Thatsache aus, dass der nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellte Traubensaft nicht Alles in sich aufgenommen hat, was die Traube an färbenden und aromatischen Stoffen enthält und dass in dem Pressrückstande, dem Marke, den Kernen, den Kämmen, noch genug davon enthalten

sei, um Zuckerwasser den Geschmack, das Aroma und andere Eigenschaften des Traubensaftes zu geben.

Eine Entsäuerung des Weines durch chemisch wirkende Mittel findet ausser durch gebrannten Gyps statt durch kohlensauren Kalk (Marmorpulver, Kreide) Zuckerkalk und neutrales weinsaures Kali. Ein allgemein üblicher Zusatz zum Wein (1—2%) in der Absicht, ihn stärker zu machen, ist der Weingeist (Sprit). Man nennt dieses Verfahren das Spritten. Dass ein geringer Alkoholzusatz zum Wein die Gesundheit der Consumenten nicht beeinträchtigt, ist unzweifelhaft, ebenso dass gewisse Weinsorten eines mässigen Versatzes mit Alkohol bedürfen, wenn sie die erforderliche Haltbarkeit erlangen sollen. Der seit 1866 in Gebrauch gekommene Zusatz von Glycerin zum fertigen Weine (das sogenannte Scheelisiren) soll jungem Wein Körper und die Eigenschaften gelagerten Weines ertheilen.

Die Bierbrauerei.

Unter Bier in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes versteht man dasjenige unvollständig vergohrene und noch gährende geistige Getränk, welches aus gekeimten stärkemehlartigen Substanzen, meist aus Gerste und Weizen, in neuerer Zeit auch häufig aus Reis, Mais und Stärkezucker, und Hopfen durch geistige Gährung, aber ohne Destillation gewonnen worden ist. Es enthält die Bestandtheile des Getreides oder Stoffe, die sich aus diesen Bestandtheilen durch Umsetzung gebildet haben (Dextrose, Dextrin und Eiweisssubstanzen, Alkohol, Kohlensäure, geringe Mengen von Bernsteinsäure und Glycerin, organische Stoffe wie phosphorsaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden), sowie gewisse extrahirbare Hopfenbestandtheile.

Man unterscheidet Winter- oder Schenkbier und Sommer- oder Lagerbier. Man braut das Bier in Bayern nur in der kälteren Jahreszeit von October bis April, wenn das Thermometer höchstens eine Temperatur von 12 bis 13° zeigt. Ein Theil des Bieres wird nach einer kurzen Lagerung in den Fässern während der Wintermonate consumirt, es bildet das Winter- oder Schenkbier. Ein anderer Theil, zu dessen Bereitung mehr Gerste (Malz) und Hopfen genommen wurde, bleibt in besonderen Lagerkellern bis zu den Sommermonaten und wird von der Zeit an, wo die Bierfabrikation aufhört, bis zum Wiederbeginn der Brauerei consumirt; dieser Theil des Bieres wird Sommer- oder Lagerbier genannt. 1 Volumen Malz giebt durchschnittlich 2,5—2,6 Volumen Winterbier, 1 Volumen Malz giebt durchschnittlich 2,0—2,1 Volumen Sommerbier.

Obgleich als Material zur Bildung des Alkohols im Bier jede stärkemehl- und zuckerhaltige Substanz anwendbar wäre, so giebt man doch in der Praxis den Cerealien den Vorzug und unter diesen wiederum der Gerste, deren Stärkemehlgehalt weniger schwankt als der anderer Getreidearten, die ferner am leichtesten ein gutes Malz liefert, dessen zuckerbildende Eigenschaft grösser ist als die anderer gemalzter Cerealien. In Bayern zieht man die

grosse zweizeilige Gerste (*Hordeum distichon*) allen übrigen Gerstensorten vor, weil sich aus einem gleichen Volumen der zweizeiligen Gerste mehr Bier von derselben Qualität erzielen lässt, als von der gemeinen oder sechszeiligen, gleiche Preise aller genannten Gerstensorten vorausgesetzt.

Das, was man im Handel in der Bierbrauerei mit dem Namen Hopfen bezeichnet, sind die weiblichen Blüthen (Zapfen, Kätzchen) der Hopfenpflanze (*Humulus lupulus*), einer perennirenden Pflanze aus der Familie der Urticeen. Unter ziegelähnlich übereinander liegenden Schuppen der Hopfenkätzchen befinden sich goldgelbe nierenförmige Körner (Drüsen), die sich durch Klopfen und Absieben von den Blättchen trennen lassen. Diese Drüschen hat man mit dem Namen Hopfenmehl bezeichnet (früher nannte man es Lupulin und suchte darin allein die Wirkung des Hopfens, jetzt weiss man aber, dass auch die übrigen Theile des Zapfens wirksame Bestandtheile enthalten). An einer gründlichen Untersuchung aller derjenigen Hopfenbestandtheile, die in der Bierbrauerei in Betracht zu ziehen sind, fehlt es noch, Untersuchungen liegen nur vor über das Hopfenöl, die Gerbsäure und die mineralischen Bestandtheile.

Die Qualität des Hopfens ist von wesentlichem Einflusse auf die Beschaffenheit, die Feinheit des Geschmackes und die Haltbarkeit des Bieres. Ist während der Hopfenernte ungünstiges Wetter, so kann die Qualität des Hopfens beträchtlich leiden. Bei feuchter Witterung lässt sich der Hopfen kaum trocknen, ohne dass an den inneren Stengeln der Deckblättchen Schimmelflecken zum Vorschein kommen. Eine Vorrichtung zum Trocknen des Hopfens, unabhängig von der herrschenden Witterung, ist daher äusserst wichtig. Das Trocknen mit Hülfe von erwärmter Luft ist ungenügend, weil es gewöhnlich an dem nöthigen Luftwechsel fehlt; empfehlenswerth sind dagegen diejenigen Hopfendarren, in welchen die Luft mittelst eines Ventilators erneuert und das Wenden des Hopfens, ohne dass Hopfenmehl verloren geht, ausgeführt wird. Der bei einer Temperatur von etwa 40° getrocknete Hopfen wird mit Hülfe starken Pressens gedichtet und in Säcken, am besten wasserdichten, verpackt, versendet. Um den Hopfen haltbarer zu machen, pflegt man ihn zu schwefeln, d. h. man setzt den getrockneten Hopfen den Dämpfen brennenden Schwefels aus (auf 1 Ctnr. Hopfen verbraucht man 1—2 Pfd. Schwefel). Dieses Schwefeln des Hopfens und Abdarren desselben bei mässiger Wärme nach dem Schwefeln, starke Pressung desselben und Aufbewahrung in luftdicht verschlossenen Räumen — dies sind die bis jetzt bekannten Mittel, den Hopfen zu conserviren und dadurch den grossen Schwankungen der Hopfenpreise Grenzen zu setzen.

Das Brauverfahren zerfällt in folgende vier Hauptarbeiten:

I. Die Malzbereitung. Die Ueberführung der Gerste in Malz oder das Malzen ist ein unterbrochener Keimprocess und eine Vorbereitung des Getreides für die Zwecke der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei. Das nicht gekeimte Getreide hat nur in sehr geringem Grade die Eigenschaft, die in ihm enthaltene Stärke in Zucker (Dextrose) zu verwandeln; diese Eigenschaft entwickelt sich erst während des Keimens und durch dieselbe ist man im Stande, Malz von ungekeimter Frucht zu unterscheiden. Warum man der

Gerste vor anderen Getreidearten den Vorzug giebt, hat darin seinen Grund, dass das Gerstenmalz die zuckerbildende Eigenschaft in noch höherem Grade erlangt, als das Malz anderer Getreidearten.

Die Malzbereitung geschieht auf folgende Weise:

a) Das Einweichen der Gerste in Wasser geschieht in den Quellbottichen oder Weichen. Man will dadurch der Gerste die zum Keimen erforderliche Feuchtigkeit geben, ferner sucht man dieselbe dabei von allen Unreinigkeiten und tauben Körnern zu befreien. Die Bottiche oder Weichen sind von Holz, Sandstein oder Cäment aufgeführt; man füllt sie zur Hälfte mit Wasser an und schüttet die Gerste in dieselben unter beständigem Rühren ein. Es wird soviel Wasser zugesetzt, dass es einige Zoll hoch die Gerste bedeckt. Die gesunden Körner sinken nach einigen Stunden unter, während die sich auf der Oberfläche des Wassers abscheidenden tauben und beschädigten Körner abgeschöpft werden und unter dem Namen Abschöpfgerste als Viehfutter Verwendung finden. Die Dauer des Einweichens ist von der Beschaffenheit und dem Alter der Gerste, von der Temperatur des Wassers u. s. w. abhängig. Bei junger frischer Gerste sind 48—72 Stunden genügend, während bei älterer und kleberreicher Gerste oft 6—7 Tage erforderlich sind. Nachdem die Quellreife eingetreten ist, lässt man die Gerste noch 8—10 Stunden zum Abtropfen in der Weiche liegen, bevor man sie auf die Malztenne zum Keimen bringt.

b) Das Keimen der gequellten Gerste. Sobald die Gerste mit Feuchtigkeit gesättigt ist, beginnt die Thätigkeit des Keimes und die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker. Letztere geht langsam vor sich und hält mit der Entwickelung und dem Nahrungsbedürfniss des jungen Pflänzchen gleichen Schritt. Kurze Zeit nach der beginnenden Entwickelung des Blattfederchens, wo die zuckerbildende Kraft der Gerste ihr Maximum erreicht hat, muss der Keim getödtet werden. Mit der Tödtung desselben erlischt die zuckerbildende Kraft nicht. Es ist die Aufgabe des Mälzers, durch Regulirung der Temperatur das Keimen zu überwachen und zur gehörigen Zeit zu unterbrechen. Das Local, in welchem das Keimen vor sich geht, heisst die Malz- oder Haufentenne oder der Wachskeller.

c) Das Trocknen und das Darren der gekeimten Gerste. Sobald der Keimprocess der Gerste hinreichend vorgeschritten ist, wird durch schnelles Entziehen von Wärme und Feuchtigkeit der Keim getödtet. Zu diesem Zwecke bringt man die gekeimte Gerste (das Grünmalz) auf den Trockenboden (Welkboden oder Schwelche), ein gewöhnlicher Getreideboden, oder ein anderer dem Luftzug ausgesetzter Ort, der in der Nähe der Darre liegt. Das Grünmalz wird auf dem Trockenboden 3—5 Centimeter hoch ausgebreitet und täglich zur Verhinderung jeder Erhitzung 6—7mal umgerührt. Nachdem das Malz getrocknet ist, entfernt man die Würzelchen. Für einige Biere wendet man das Malz nur im getrockneten Zustande als Luftmalz an, für die meisten Biersorten jedoch wird es vorher einem besonderen Röstprocesse, dem Darren unterworfen, wodurch das Luftmalz in Darrmalz übergeht.

II. Die Bereitung der Bierwürze. Unter der Bezeichnung Bierwürze versteht man die aus Malz und Hopfen bereitete zucker- und dextrinhaltige Flüssigkeit, welche später durch

Gährung in Bier übergeht. Ihre Bereitung zerfällt in nachstehende drei Operationen:

a) Das Schroten des Malzes. Die Bierwürze wird durch Extraction des Malzschrotes mit Wasser erhalten. Zu diesem Behufe muss das Malz zweckmässig zerkleinert (geschroten, gerissen, gebrochen) werden. Eine feine Pulverung zu Mehl würde zwar die Extraction der auflöslichen Theile des Malzes befördern, allein aus einem zu feinen Malzmehle würde nur äusserst schwierig die Würze klar durch Filtration (im Maischkasten) erhalten werden können.

b) Das Maischen hat zum Zweck, nicht nur den in dem Malz erhaltenen Zucker und das Dextrin, überhaupt alle extrahirbaren Stoffe auszuziehen, sondern auch aus dem noch vorhandenen unveränderten Stärkemehl mit Hülfe der sogenannten Diastase, des Wassers und einer geeigneten Temperatur, Zucker und Dextrin zu bilden. Dem eigentlichen Maischen geht das Einteigen voran, wobei das gebrochene Malz mit Wasser befeuchtet und erweicht wird. Uebergösse man das Malz sogleich mit heissem Wasser, so würden sich klumpige Massen bilden, die sich nur schwierig zertheilen lassen. Zu heisses Wasser würde das Stärkemehl des Malzes in Kleister verwandeln, der die auflöslichen Theile umhüllt und das Eindringen des Wassers verhindert; die Diastase wird ferner durch zu heisses Wasser unwirksam. Das zur Extraction des Malzes nothwendige Wasser wird nie auf einmal, sondern in getheilten Portionen angewendet. Die höhere Temperatur ist in einer dicken Maische auch besser zu erhalten als in einer dünnen; die Zuckerbildung wird also auf diese Weise befördert, da die thätigen Theile bei einander bleiben.

Die Maischmethoden sind sehr verschieden; darin kommen aber alle überein, dass man die Zuckerbildung (Verzuckerung) in denselben Behältern vornimmt, in welchen das Ausziehen erfolgt. Je nach der Art und Weise, die Maische auf die zur Verzuckerung geeignete Temperatur von 75° C. zu bringen, unterscheidet man folgende zwei Maischmethoden:

a) die Infusionsmethode, nach welcher die Maische einen bestimmten Wärmegrad erhält, ohne dass irgend eine Portion derselben bis zum Sieden erhitzt wurde. Man bringt das eingeteigte gebrochene Malz durch heisses Wasser (*erster Guss*) auf die Maischtemperatur, lässt die Würze nach hinreichend erfolgter Verzuckerung von dem Rückstande ab und gewinnt diejenige Portion Würze, die von den Trebern zurückgehalten wird, durch nochmalige Zusätze von heissem Wasser (*zweiter*, *dritter Guss*); die Infusionsmethode ist in einem grossen Theile des nördlichen Deutschlands, in Frankreich, in England, zum Theil in Oesterreich und in einigen Gegenden Bayerns gebräuchlich;

b) die Decoctionsmethode. Nach ihr macht man im Gegensatze zu der Infusionsmethode vom theilweisen Siedenlassen der Maische Gebrauch;

α) wendet man das Dickmaischkochen an, so wird das mit vielem Wasser eingeteigte Malzschrot nicht auf die Maischtemperatur erhoben, sondern diese dadurch erzielt, dass man einen Theil der Maische in der Braupfanne bis zum Sieden erhitzt, dann zu der übrigen Maische im Maischbottich giebt

und dies einigemal wiederholt, bis die Maische die zur Verzuckerung geeignete Temperatur erlangt hat;

β) nach dem Lautermaischkochen bringt man das eingeteigte Malzschrot auf die Maischtemperatur, giebt die erste Würze in die Pfanne und bringt sie siedend auf das Schrot zurück.

Das Einteigen oder Einmaischen geht in den Maischgefässen vor sich; sie sind entweder runde Bottiche oder viereckige Maischkasten von Holz und mit einem doppelten Boden versehen. Der obere der beiden Böden ist durchlöchert und befindet sich einige Zoll über dem unteren. Zwischen den Böden ist ein Hahn zum Ablassen der Würze angebracht. In grösseren Brauereien ist der hölzerne Seihboden durch einen metallenen Seihboden verdrängt. Das Durcharbeiten der Masse während des Maischens geschieht entweder durch Handarbeit mit Hülfe von Krücken oder durch besondere mechanische Rührvorrichtungen (Maischmaschinen), die durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden.

Der Extractgehalt, den eine Würze haben muss, um eine bestimmte Biersorte zu erzeugen, richtet sich natürlich nach den Eigenschaften, die man von dem Biere verlangt, ob es ein Extract- oder ein alkoholisches (starkes) Bier sein soll. Die Menge an Malzextract variirt in den verschiedenen Bieren von 4—15 Proc., die des Alkohols von 2—8 Proc. Erfahrungsgemäss liefert 1 Proc. Zucker in der Würze bei der geistigen Gährung ungefähr 0,5 Proc. Alkohol. Daraus ergiebt sich, zu welchen Bieren eine concentrirte und zu welchen eine weniger concentrirte erforderlich ist. Verlangt man z. B. von dem herzustellenden Biere, dass es einen Alkoholgehalt von 5 Proc. und einen Malzextractgehalt von 7 Proc. habe, so muss die Würze vor der Gährung am Saccharometer 17 Proc. zeigen.

c) Das Kochen der Würze (Bierkochen). Die fertige aber ungekochte Würze enthält Dextrose, Dextrinstoffe, zuweilen unverändertes Stärkemehl, Proteïnsubstanzen, namentlich Pflanzenleim, extractive Substanzen und unorganische Salze. Sie ist je nach der Farbe des angewendeten Malzes von brauner oder gelbbrauner Farbe, angenehmem Geruche und süssem Geschmacke. In Folge des Vorhandenseins einer kleinen Menge von Phosphorsäure, Milchsäure u. s. w. ist die Reaction der Würze stets schwach sauer. Das Würzekochen hat nun zum Zweck, die Würze zu concentriren, den Hopfen zu extrahiren, einen Theil der Proteïnsubstanzen, welche die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen würden, zu coaguliren und nebst dem noch unveränderten Stärkemehl durch die in dem Hopfen enthaltene Gerbsäure zu fällen. Durch letzteres wird die Würze geklärt. Man bedient sich zum Würzekochen entweder der runden, tiefen Braukessel oder der flachen Braupfannen. Sie sind fast immer von Kupfer und nur in seltenen Fällen von Eisen. Die Art der Anwendung des Hopfens ist eine verschiedene, da sich die Art und Weise des Zugebens und die Quantität des Hopfens nach der Güte und der Sorte des Hopfens, nach dem grösseren oder geringeren Extractgehalt des Bieres und vorzüglich nach der Art der Aufbewahrung richtet. Zum Winter- oder Schenkbier, welches in der Regel schon 4—6 Wochen nach dem Brauen consumirt wird, nimmt man in Bayern gewöhnlich nur (alten) Hopfen vom vorigen Jahre und rechnet auf den Scheffel Malz (= 2,22 Hectoliter) 2—3 Pfund, je nach seiner Güte. Zum Sommer- oder Lagerbier nimmt man neuen Hopfen und rechnet für jenes Bier, welches für

die ersten Monate, Mai und Juni, bestimmt ist, auf den Scheffel trocknes Malz 4—5 Pfund. Für die letzten Keller oder für jenes Bier, welches sich am längsten, vielleicht bis September oder October, halten soll, rechnet man 6—7 Pfund neuen Hopfen auf jeden Scheffel Malz oder auf den Eimer 1—1,5 Pfund.

d) Das Kühlen der Würze geschieht, damit die gekochte Würze, die siedend heiss aus der Pfanne kommt, bis auf die zum Hefengeben und zum Einleiten der Gährung geeignete Temperatur herabsinke. Bei einer Temperatur, die zwischen 25 und 30° C. liegt, hat die Würze grosse Neigung, Milchsäure zu bilden, das Abkühlen muss daher möglichst beschleunigt werden, damit die Würze schnell durch diese ihrer Existenz so nachtheilige Temperatur geführt werde. Das Kühlen geschieht allgemein auf den (hölzernen oder eisernen) Kühlschiffen. Die Temperatur, bis zu welcher die Würze abgekühlt wird, richtet sich nach der Temperatur des Gährungslokales und nach der Art der Gährung. Die Praxis hat folgende Temperaturgrade als die passendsten kennen gelehrt:

	Temperatur der Würze	
Temperatur des Gährungslokales.	bei Untergährung.	bei Obergährung.
6—7°	12°	15°
7—8°	11°	14°
8—9°	10°	13°
9—10°	9°	12°
10—12°	7—8°	12—11°

Die Concentration der gekochten und gehopften Bierwürze wird in Saccharometerprocenten ausgedrückt. Die übliche Concentration der gekochten und gehopften Bierwürze beträgt bei 17,5° C. in Bayern, bei Schenk- oder Winterbier 10,4—10,8 Proc., bei Lagerbier 12,3—12,6 Proc. Die Würze zum Bockbier hat 15—16 Proc., die zu Salvatorbier 17—18 Proc. Extractgehalt.

III. Die Gährung der Bierwürze. Die Würze ist nach gehörigem Abkühlen zur Einleitung der geistigen Gährung geeignet, diese geht entweder durch Selbstgährung oder, der gewöhnliche Fall, durch Zusatz von Hefe (Stellen) vor sich. Die erstere Art, die Selbstgährung, tritt sofort ein, wenn die Würze bei geeigneter Temperatur sich selbst überlassen bleibt; in diesem Falle sind es die überall und namentlich in den Gährungslokalen in der Luft verbreiteten Hefensporen, welche in der Würze einen zu ihrer Vegetation geeigneten Boden finden und sich darin zu Hefenzellen ausbilden. Diese sogenannte Selbstgährung findet in Belgien bei der Bereitung des milchsäurereichen Faro und Lambik Anwendung. Der gewöhnliche Fall der Einleitung der Gährung der Würze geschieht durch Zusatz von Hefe, wobei das erste der Existenz des Bieres immer gefährliche Stadium der Selbstgährung übersprungen und sogleich ein regelmässiger und rascher Gang der Gährung herbeigeführt wird, der indessen so zu reguliren ist, dass die Hefe die vorhandene Dextrose

erst nach und nach, zum Theil erst in dem Lagerkeller, in Alkohol und Kohlensäure zerlege. Dieser Zweck ist dadurch zu erreichen, dass man den Gährungsprocess möglichst verzögert und zwar theils durch die möglichst niedrige Temperatur beim Eintritt und der Dauer der Gährung durch die erforderliche Abkühlung der Würzen, theils auch durch Verminderung der Stellhefe.

Neben der Temperatur ist aber auch die Art der Hefe von Einfluss auf den Gang der Gährung. Eine Hefe, welche bei rascher Gährung und höherer Temperatur sich bildete, verursacht auch in neuer Würze eine schnellere Zersetzung als Hefe, die bei niederer Temperatur und langsamer Gährung sich abgeschieden. Die erstere scheidet sich auf der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit aus und heisst Oberhefe, während die zweite Art, die Unterhefe, nach dem Ablassen der gegohrenen Würze auf dem Boden des Gefässes sich findet. Die Anwendung dieser beiden Hefenarten und die Wirkung einer höheren und niederen Temperatur führen zur Unterscheidung der beiden Arten der Gährung, nämlich der Untergährung und der Obergährung. Die erstere Art findet bei solchen Würzen Anwendung, welche ein Bier von grösserer Haltbarkeit, wie die bayerischen Biere, liefern sollen. Bei ihr wird durch die Art der Hefe und durch niedrige Temperatur die Zersetzung des Zuckers möglichst verzögert. Die Obergährung wird dagegen vorzugsweise bei solchen Würzen angewendet, welche ein schnell trinkbares (obergähriges) Bier liefern sollen; man benutzt sie hauptsächlich dort, wo eine zuckerreiche Würze zur Vergährung kommt und somit schon durch die Zersetzung eines kleinen Theils von Dextrose die zur Conservirung des Bieres erforderliche Alkoholmenge producirt wird. Ihres raschen Verlaufes wegen findet die Obergährung auch bei solcher Würze Anwendung, welche durch grosse Concentration oder durch Beimischung gewisser gährungshemmender Substanzen wie die brenzlichen Stoffe eines stark gedarrten Malzes, ferner grössere Mengen von Hopfen (wie es bei dem Porter der Fall ist), weniger leicht in Gährung versetzt werden können. Die Gährung selbst, gleichviel ob Unter- oder Obergährung, zerfällt in drei Phasen, nämlich:

1) in die Hauptgährung (rasche oder wilde Gährung), welche bald nach dem Zusatz der Hefe eintritt und vorzugsweise durch die Zersetzung der Dextrose, Bildung neuer Hefe und Temperaturerhöhung charakterisirt ist;

2) in die Nachgährung, wobei die Zersetzung der Dextrose allerdings noch fortdauert, die Bildung neuer Hefenzellen aber nicht mehr so hervortritt, wie in der ersten Phase, und die in dem Bier suspendirten Hefenpartikelchen sich abscheiden und das Bier klären;

3) in die stille oder unmerkliche Gährung, die nach vollendeter Nachgährung eintritt; es findet eine weitere Zersetzung der Dextrose statt, die Hefenbildung ist aber eine kaum bemerkbare.

Nach beendigter Hauptgährung, welche für Sommer- oder Lagerbier 9—10 Tage, für Winter- oder Schenkbier 7—8 Tage dauert, nennt man die gegohrene Würze grünes Bier (Jungbier); nachdem es durch Abscheiden der suspendirten Hefentheilchen hell geworden, ist es fässig, d. h. es ist reif zum Fassen. Vor dem Fassen werden die auf dem Biere noch schwimmenden Schaumtheile entfernt. Die auf dem Boden des Gährbottichs zurückbleibende Hefe besteht aus drei Schichten, von denen die mittlere die beste

Hefe ist; die untere besteht aus Kühlgeläger, zersetzter Hefe und anderen Unreinigkeiten, sie wird mit der oberen dünnen Schicht vermengt und, wenn das Gemisch nicht verkauft werden kann, in den Brantweinbrennereien verwendet. Die consistente mittlere Schicht dient zum ferneren Anstellen. In einigen Brauereien, namentlich in solchen, denen es an reinem Wasser gebricht, pflegt man von Zeit zu Zeit mit der Hefe zu tauschen (analog dem Saatwechsel der Landwirthe). Das Winterbier kommt auf kleinere Fässer wie das Sommerbier. Es ist gebräuchlich, beim Winterbier die Fässer sogleich ganz voll zu füllen, während man beim Sommerbier mehrere Gebräue in eine grössere Anzahl Fässer vertheilt, damit der kleine Unterschied in der Farbe der verschiedenen Gebräue ausgeglichen werde.

Die Bestandtheile des normalen aus Malz und Hopfen erzeugten Bieres sind: Alkohol, Kohlensäure, unzersetzte Dextrose, Dextrin, ferner Bestandtheile des Hopfens (ölige und bittere Stoffe, keine Gerbsäure), Proteïnsubstanzen, kleine Mengen von Fett, etwas Glycerin und die anorganischen Substanzen aus der Gerste und aus dem Hopfen, welche in das Bier übergegangen sind. Die saure Reaction, welche jedes normale Bier nach Beseitigung der Kohlensäure besitzt, rührt von Bernsteinsäure und Milchsäure, häufig auch von Spuren von Essigsäure, vielleicht auch Propionsäure her. Die Summe sämmtlicher Bestandtheile eines Bieres nach Abzug des Wassers heisst sein Gesammtgehalt, die Summe der nicht flüchtigen Bestandtheile sein Extractgehalt. Biere, welche reich an Malzextract sind, werden substantiöse (reiche, fette, vollmundige) Biere genannt, jene dagegen, welche wenig Extract, dagegen viel Alkohol enthalten, deren Würze also reich an Zucker war, welcher aber durch anhaltende Gährung in Alkohol und Kohlensäure verwandelt wurde, mithin die mehr weinartigen Biere, heissen trockne (arme, magere) Biere.

Die Zusammensetzung der bayerischen Biere erhellt aus folgenden (von Lermer) ausgeführten Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Spec. Gewicht . . .	1,02467	1,0141	1,01288	1,0200	1,02678	1,03327
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Extract	7,73	4,93	4,37	4,55	8,50	9,63
Alkohol	5,08	3,88	3,51	4,41	5,23	4,49
Unorgan. Bestandtheile	0,28	0,23	0,15	0,18	—	—
Stickstoffgehalt. „						
in 100 Th. Extract	11,15	8,71	12,19	8,85	—	6,99
„ 100 „ Bier .	0,87	0,43	0,53	0,39	—	0,67

Es bezeichnet hierbei I Bockbier, II Sommerbier, III Weissbier, IV weisses Bockbier (obergähriges Weizenbier), sämmtlich vom Hofbräuhaus, V Bockbier vom Spatenbräu, VI Salvatorbier.

Von den bei der Bierbereitung sich ergebenden Abfällen und Nebenprodukten stehen die Treber (Trester) oben an. 100 Th. Darrmalz liefern im Durchschnitt 133 Th. nasse Treber, welche auf den Darrungsgrad des Malzes zurückgebracht, 33 Th. betragen. Sie werden als Viehfutter verwendet. Ausser den Hülsen und dem Zellstoff der Gerste enthalten sie noch unzersetzte Gerste, Fett und Proteïnsubstanz, wovon ihr Werth abhängig ist.

Die Malzkeime oder Malzblüten, welche durchschnittlich in dem Verhältniss von 3 Proc. vom Gewicht des Darrmalzes abfallen, sind ein sehr concentrirtes und proteïnreiches Futtermaterial. Das Kühlgeläger, welches

zum Theil verfüttert, zum Theil an Branntweinbrenner abgegeben wird, beträgt 3 Proc. von der erzeugten Würze. Das Glattwasser, eine sehr dünne Nachwürze, dient in Branntweinbrennereien als Kühl- und Verdünnungsmittel der Maische, sowie zur Essigfabrikation. Bei dem Dickmaischverfahren hat das Glattwasser noch 4 bis 8 Proc. Extract, bei dem Infusionsverfahren nur 2—3 Proc. Die bei der Gährung der Bierwürze sich bildende Hefe wird wieder zur Biererzeugung, zum grösseren Theile aber in der Weissbäckerei, in der Hauswirthschaft, in der Branntweinbrennerei und in der Essigfabrikation verwendet. Dort, wo Holz als Brennstoff in der Brauerei dient, kommt auch die Heizasche als Abfall in Betracht. Jede Klafter Holz hinterlässt 15 bis 20 Pfd. Asche.

Die Besteuerung des Bieres (der Bieraufschlag) muss, soll sie den Principien der Technologie und der Volkswirthschaft entsprechen, der Art sein, dass sie allen Interessenten, dem Brauer, dem bierconsumirenden Publikum und dem Staate gerecht werde. Der Braubetrieb darf durch die Art der Besteuerung nicht behelligt werden, dem Publikum muss für die geeignete Beschaffenheit des Bieres eine gewisse Garantie geboten und der Staat endlich muss vor Uebervortheilung durch Defraudation möglichst gesichert sein. Von den verschiedenen Arten des Bieraufschlages, die in den Bier producirenden Ländern gesetzlich eingesetzt sind, seien als die wesentlichsten erwähnt die Besteuerung 1) des Braumalzes, 2) der Würze, 3) des Bieres.

Die Besteuerung des Braumalzes ist der bequemste Modus der Besteuerung sowol für den Staat, als auch für den Brauer; sie hat den Vorzug vor anderen Besteuerungsarten, dass die Steuer vor dem Beginn des eigentlichen Brauprocesses erhoben wird, dass sie den Braubetrieb demnach nicht mehr durch Controle und Ueberwachung behelligt, sondern dem Brauer gestattet, mit dem Rohmaterial und den Braugeräthen so zu verfahren, wie es ihm am besten scheint, vorausgesetzt, dass nicht Verordnungen ihm die aus einem gewissen Malzquantum herzustellende Biermenge vorschreiben. Der Malzaufschlag wird entweder beim Schroten des Malzes (wie in Bayern und Württemberg) nach Art der Mahlsteuer oder kurz vor der Verwendung des Malzes zum Brauen, namentlich vor dem Einmaischen erhoben. In England wird nicht das Malz, sondern die zur Malzbereitung dienende Gerste besteuert und die Steuer nach dem Volumen der gequellten Gerste erhoben. Unstreitig ist die Besteuerung des Malzes als einseitig und nicht mehr zeitgemäss anzusehen, seitdem man weiss, dass auch ohne Malz oder vielmehr durch theilweise Substituirung desselben durch andere stärkemehlhaltige Substanzen, wie ungemalztes Getreide, Kartoffeln, Kartoffelmehl, Reis, Sorghum, ferner durch Stärkezucker normales Bier hergestellt werden kann. Eine Beibehaltung der Malzsteuer, so eifrige Vertreter sie auch noch finden mag, heisst dem Fortschreiten der Gährungsgewerbe Halt gebieten. Ueber lang oder kurz wird man in allen Staaten, in denen die Malzsteuer noch eingeführt ist, davon ab- und zu einer rationelleren Besteuerungsweise übergehen müssen.

Die Besteuerung der Würze ist die rationellste und die allein richtige Art der Besteuerung des Bieres, da sich in der Würze alles Nutzbare

aus dem Malze und aus den verwendeten stärkemehl- oder dextrosehaltigen Substanzen concentrirt. Hierbei hat man die Quantität der Würze und ihren Extractgehalt zu ermitteln. Die Erhebung der Menge kann entweder auf den Kühlstöcken, im Zusammengussbottich oder beim Fassen stattfinden. Auf den Kühlstöcken lässt sich eine genaue Messung nur schwierig vornehmen, da die Würze darin eine dünne Schicht mit grosser Oberfläche bildet und ein sehr geringer Unterschied in der Höhe der Flüssigkeitsschicht schon bedeutend auf die Quantität influiren kann. Das Messen der Würze in der Sammelkufe (dem Zusammengussstock) gewährt grössere Sicherheit; da die Würzen aus allen Kühlschiffen darin gemischt sind, so ist die Sammelkufe besonders geeignet zur Bestimmung des Extractgehaltes der Würze. Aus der Sammelkufe gelangt die Würze in die Gährfässer oder Gährbottiche; während des Fassens kann eine Controle stattfinden und die Menge der Würze sicher ermittelt werden. Die Ermittelung des Extractgehaltes geschieht mit Hülfe des Saccharometers. Mit der so bestimmten Würze ist keine Manipulation zum Nachtheile des Staates mehr möglich, wol aber zum Schaden des Publikums; letztere gehören jedoch nicht mehr in das Gebiet der Steuergesetzgebung, sondern in das der polizeilichen Ueberwachung (Bierkieser, Bierprober). Die Erhebung der Steuer von dem fertigen Biere ist nirgends üblich, doch ist die Vergleichung des auf den Kühlschiffen, in Bottichen und Fässern enthaltenen Biervorrathes immerhin ein Ueberwachungsmittel für andere Erhebungsarten.

Der Steuerertrag von Bier belief sich 1872

im Gebiete des ehemaligen norddeutschen Bundes	auf	13,5	Mill.	Mark
in Bayern	„	17,3	„	„
„ Württemberg	„	4,8	„	„
„ Baden	„	1,6	„	„

Die Spiritusfabrikation.

Die Erzeugung von Alkohol hat in den meisten Ländern eine verschiedene Grundlage und Bedeutung, andere Rohstoffe, andere Zwecke, anderen Steuermodus — Umstände, welche sämmtlich für die Richtung, in welcher die Alkoholerzeugung sich bewegt, von grosser Tragweite sind.

Wird eine alkoholhaltige Flüssigkeit der Destillation unterworfen, so gehen Alkohol und Wasser über, während die nicht flüchtigen Bestandtheile der Flüssigkeit in concentrirter Gestalt zurückbleiben. Die Destillation der alkoholhaltigen Flüssigkeit wird das Brennen, das Destillat, im Wesentlichen ein Gemisch von Wasser und 40—50 Proc. Alkohol, Branntwein genannt. Alkoholreichere Destillate führen den Namen Weingeist oder Spiritus. Ehedem war der Zweck der Branntweinbrennereien die Bereitung von zum Genuss bestimmten Branntweins; seitdem man aber angefangen hat, den Spiritus in den Gewerben zu den verschiedensten Zwecken z. B. in der Parfümerie, Lackfirnissbereitung, als Brennspiritus zum Extrahiren u. s. w. zu verwenden, stellt man nicht mehr Branntwein, sondern sofort durch fabrikmässigen Betrieb das alkoholreichere Destillat, den Spiritus oder Weingeist dar. Seitdem die Branntweinbrennerei als Spiritusfabrikation das Klein-

gewerbe zum Theil verlassen, hat sich die Mechanik der Destillirapparate bemächtigt und unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften eines Gemisches von Alkohol- und Wasserdämpfen und des Umstandes, dass die Rückstände der Destillation als Viehfutter brauchbar sein müssen, Apparate construirt, welche in der kürzesten Zeit aus dem angewendeten Rohmaterial (Kartoffeln, Rüben, Cerealien u. s. w.) die grösstmöglichste Menge von starkem Alkohol liefern. Der wohlthätige Einfluss der Steuergesetzgebung auf die Entwickelung des Brennereigewerbes ist nicht zu verkennen.

Der Alkohol hat die Formel C_2H_6O. Er ist eine farblose, dünnflüssige, sehr bewegliche Flüssigkeit von 0,792 spec. Gew. und siedet bei 78,3°. Der Alkohol ist leicht entzündlich und brennt mit blassblauer Flamme, ohne dabei Russ abzuscheiden; er zieht begierig Wasser an (darauf beruht seine Anwendung zur Conservirung von Nahrungsmitteln und anatomischen Präparaten) und mischt sich mit Wasser in jedem Verhältniss, dabei findet Volumenverminderung (Erhöhung des spec. Gewichts) und Freiwerden von Wärme statt. Der Alkohol ist ein Lösungsmittel für Harze (hierauf gründet sich die Bereitung von gewissen Lackfirnissen, Kitten und pharmaceutischen Präparaten), ätherische Oele (die Lösungen sind theils riechende Wasser, wie die Eau de Cologne, theils Liqueure und Aquavite, theils Leuchtstoffe, wie eine Lösung von Terpentinöl in Alkohol), Kohlensäuregas (wichtig für die Schaumfabrikation). Durch die Einwirkung gewisser oxydirender Agentien geht der Alkohol erst in Aldehyd und dann in Essigsäure über (Schnellessigfabrikation). Durch die Einwirkung von den meisten Säuren findet eine Aetherification des Alkohols statt. Der Alkohol ist das berauschende Princip aller geistigen Flüssigkeiten.

Der Alkohol ist stets das Produkt der geistigen Gährung; die Spiritusfabrikation zerfällt in drei Hauptoperationen:

1) in die Darstellung der zuckerhaltigen Flüssigkeit,
2) in die Gährung derselben,
3) in die Abscheidung des Alkohols durch Destillation.

Es können mithin alle gegohrenen zuckerhaltigen Flüssigkeiten oder diejenigen Substanzen, welche durch Gährung Alkohol liefern, zur Spiritusfabrikation benutzt werden.

Alle diejenigen Materialien, welche zur Erzeugung von Spiritus angewendet werden, enthalten bereits fertig gebildeten Alkohol oder Rohrzucker und Dextrose, oder endlich Substanzen, welche entweder durch die Einwirkung von Diastase oder von verdünnten Säuren in Dextrose übergehen können; solche Substanzen sind das Stärkemehl, das Inulin, das Lichenin, die Pektinkörper und die Cellulose. Die Rohmaterialien der Spiritusfabrikation lassen sich also in die folgenden drei Gruppen bringen:

1) Flüssigkeiten, welche die Gährung bereits durchgemacht haben und daher fertig gebildeten Alkohol enthalten, der nur durch Destillation abgeschieden zu werden braucht; der Wein, das Bier und der Cider gehören in diese Gruppe.

2) Feste oder flüssige Substanzen, welche Zucker, entweder Rohrzucker oder Dextrose und Chylariose oder Milchzucker enthalten. Hierher gehören die Zuckerrüben, Mohrrüben, das Zuckerrohr, die Maisstengel, das

chinesische Zuckerrohr (Sorghum), die Quecke, das Stein- und Kernobst (namentlich Zwetschen, Kirschen und Feigen), die Beeren (die Trauben, Vogelbeeren und Wachholderbeeren), Melonen und Kürbisse, die Cactusfrüchte, der Krapp, die Melasse der Rohr- und Rübenzuckerfabriken, die Trester der Wein- und Bierbereitung, der Honig und die Milch.

3) Alle Substanzen, welche weder Alkohol noch Zucker enthalten, deren Bestandtheile aber in Zucker und zwar in Dextrose übergeführt werden können. Diese der Saccharification fähigen Bestandtheile sind das Stärkemehl, das Inulin, das Lichenin, die Pektinkörper und die Cellulose; sie finden sich in einer behufs ihrer Anwendung in der Spiritusbereitung hinlänglichen Menge in folgenden Materialien:

Kartoffeln, Topinambour, Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Mais, Reis, Buchweizen, Hirse, Negerhirse, Erbsen, Linsen, Bohnen, Wicken, Lupinen, Kastanien, Rosskastanien, Eicheln etc.

Getreidebranntwein (Kornbranntwein) wird aus Weizen, Roggen und Gerste dargestellt. Nie brennt man eine Getreideart allein, da die Ausbeute an Alkohol erfahrungsmässig grösser ist, wenn man zwei Getreidearten, wie Weizen und Gerste, Roggen und Gerste und dergl. brennt. Meist nimmt man Gemenge von Roggen mit Weizen- oder Gerstenmalz, oder Weizen gemengt mit Gerstenmalz. Auf 1 Th. Malz rechnet man 2—3 Th. ungemalztes Getreide. Entweder bereitet man wie in England eine wirkliche Würze, indem man, wie in der Bierbrauerei, malzt, taigt und maischt und dann die Würze zieht, oder man lässt die ganze Maische nebst den Trebern gähren. Letzteres Verfahren ist in Deutschland gebräuchlich und wird auch bei nachstehender Beschreibung zu Grunde gelegt werden.

Die Darstellung der weingaren Maische aus Getreide zerfällt in folgende vier Operationen, nämlich in

1) Das Schroten. Das rohe so wie das gemalzte Getreide werden vor der Verarbeitung geschroten; da es sich in der Spiritusfabrikation nicht um die Darstellung einer klaren Würze handelt, sondern darum, dass die Zuckerbildung eine vollständige ist, so ist es durchaus erforderlich, dass das Schrot möglichst fein sei. In der Spiritusbereitung wird jetzt vorzugsweise Grünmalz verwendet.

2) Das Eintaigen. Die Operation des Eintaigens ist ihrem Wesen nach mit dem Einmaischen der Brauer identisch, mit dem Unterschiede jedoch, dass der Brenner die vollständige Ueberführung des Stärkemehls in Dextrose beabsichtigt, während der Brauer einen Theil der Stärke nur in Dextrin überführt. Die vollständige Verzuckerung, ferner die vollständige Umwandelung der Dextrose in Alkohol während der Gährung, sind nur bei einer gewissen Verdünnung der Maische möglich. Unter ein gewisses Verhältniss des Wasserzusatzes darf nicht herabgegangen werden, wenn man nicht an Ausbeute verlieren will.

3) Das Ab- und Zukühlen der Maische. Nachdem die Verzuckerung vollendet ist, muss die Temperatur der Maische so schnell als möglich auf die zum Hefengeben und zum Einleiten der Gährung geeignete

Temperatur herabgebracht werden. Das Kühlen geschieht theils durch Abkühlung auf Kühlschiffen, genau so wie in der Bierbrauerei, theils durch Vorrichtungen (Kühlapparate), welche die Verdunstung befördern, theils auch durch Zukühlen mit kaltem Wasser oder mit Eis. Die Temperatur, bis zu welcher gekühlt werden muss, richtet sich nach der Temperatur des Gährlokales, ferner nach der Dauer der Gährung. Nachdem die Maische bis zur erforderlichen Temperatur — im Durchschnitt bis auf 23° C. — abgekühlt worden ist, setzt man ihr einen Theil des Zukühlwassers zu und bringt sie in den Gährbottich.

4) Die Gährung der Maische. Die Gährbottiche sind meist aus Holz, doch wendet man auch solche aus Stein an. Erstere verdienen den Vorzug, da sie weniger schnell die Wärme ableiten. Aus dem nämlichen Grunde zieht man grössere Bottiche den kleineren vor. Eine Capacität von 4000 Litern wird selten überschritten. Man benutzt entweder Bierhefe (Oberhefe oder Unterhefe) im flüssigen Zustande, oder Presshefe, wie sie durch Abpressen der Bierhefe oder der bei der Gährung der Branntweinmaische sich bildenden Hefe gewonnen wird. Da man Bier- und Presshefe nicht immer von der erforderlichen Qualität und zu billigem Preise haben kann, so pflegt man in den grösseren Brennereien künstliche Hefe zu bereiten. Nach 3—5 Stunden tritt die Gährung ein, wobei sich die Temperatur auf 30—32° erhöht. So wie die Kohlensäureentwickelung aufhört, sinken die schwereren Theile unter und machen den flüssigen Platz. Diese Erscheinung tritt am vierten Tage ein und gilt als Zeichen der Beendigung des Gährungsprocesses. So wie die Maische weingar oder reif ist, muss sofort zur Abscheidung des Alkohols geschritten werden.

Wichtiger als der Getreidebranntwein ist der aus Kartoffeln dargestellte Spiritus. Dieselben enthalten ebenso wie die Cerealien nur das in Dextrose überführbare Stärkemehl (19—22 Proc.), nicht aber auch den Umbilder, welchen man Diastase genannt hat. Dieser Stoff wird auch nicht in den Kartoffeln durch das Keimen erzeugt. Damit daher die Stärke der Kartoffeln in Dextrose übergehe, muss man entweder bei der Verarbeitung der Kartoffeln Malz zugeben, oder die vorbereiteten Kartoffeln mit verdünnter Schwefelsäure behandeln. Je nachdem nun das erstere oder das letztere geschieht, unterscheidet man: a) Darstellung der Maische mit Hülfe von Malz, b) Darstellung der Maische mittelst Schwefelsäure. Die erstere Art der Maischdarstellung ist die gewöhnliche und von ihr wird vorzugsweise im Folgenden die Rede sein.

Man unterscheidet bei der Bereitung der weingaren Kartoffelmaische folgende Operationen: Die Kartoffeln werden zunächst gewaschen nnd mit Wasserdämpfen gargekocht. Beim Erkalten nehmen gekochte Kartoffeln bekanntlich häufig eine seifige Beschaffenheit an, in deren Folge sie nur schwierig zerkleinert und nicht mehr gleichmässig mit Wasser gemischt werden können. Eine vollständige Ueberführung des Stärkemehls in Dextrose ist aber nur dann erreichbar, wenn durch die Quetschmaschinen eine lockere, mehlartige Substanz und nicht eine zusammengeballte Masse geliefert wird.

Die Kartoffeln werden auf ähnliche Weise wie das rohe Getreide unter Zusatz von Malz (auf 100 Th. Kartoffeln 5 Th. Malz) gemaischt. Man zieht das Gerstenmalz, weil es am kräftigsten und vortheilhaftesten wirkt, allen übrigen Malzarten vor, doch wendet man auch nicht selten Roggenmalz mit Gerstenmalz gemischt an.

Wie Seite 265 angegeben worden ist, kann die Umwandelung des Stärkemehls in Dextrose ausser durch die sogenannte Diastase des Malzes auch noch durch verdünnte Säuren, namentlich verdünnte Schwefelsäure, geschehen. Diese Art der Maischbereitung ist von Leplay empfohlen worden.

Das Zugeben der Hefe zu der gekühlten Maische in den Gährbottichen geschieht auf dieselbe Weise wie bei der Maische aus Cerealien. Als Gährmittel wendet man auch hier Bierhefe an. Bei normalem Verlaufe der Gährung ist die Hefe nach 60—70 Stunden weingar und zur Destillation reif.

Bei der Anwendung von solchen Vegetabilien zur Spiritusfabrikation, in welchen der alkoholbildende Körper bereits als Rohrzucker oder als Dextrose vorhanden ist, erspart man den Zuckerbildungs- oder Maischprocess und kann sofort zur Einleitung der Gährung schreiten, sobald die zuckerhaltigen Zellen aufgeschlossen worden sind und der Zucker in eine passende Lösung gebracht wurde. Der grosse Vortheil, welcher den Spiritusfabrikanten durch die Umgehung des Maischprocesses erwächst, springt in die Augen. Unter den zuckerhaltigen Vegetabilien, die als Spiritusmaterialien besondere Beachtung verdienen, stehen die Zuckerrüben oben an.

Die Zuckerrübe ist als Spirituspflanze dann besonders von hohem Werthe, wenn die Kartoffelproduktion einen Ausfall erlitten hat, ferner, wenn in Folge von niedrigen Zuckerpreisen oder misslichen Steuerverhältnissen die Zuckerfabrikation aus Rüben nicht mehr lohnend ist. Die Gewinnung des Saftes ist, so einfach wie sie scheint, doch ausserordentlich schwierig, da die zerriebenen Rüben ungeachtet ihres Saftreichthums einen sehr consistenten Brei bilden, indem die 4 Proc. Marksubstanz (Cellulose oder Pektose) hinreichen, um die 96 Proc. Saft aufgesogen zurückzuhalten. Diese schwammige Beschaffenheit des Rübenbreies steht nun der Verwandelung der ganzen Rüben in eine hinreichend concentrirte Maische im Wege und es hat sich bis jetzt noch kein Mittel gefunden, eine Verflüssigung des Breies herbeizuführen. Könnte man den consistenten Rübenbrei zur vollständigen Vergährung bringen, so würden 100 Kilogr. desselben gegen 6 Liter Alkohol liefern, eine Ausbeute, die selbst bei sehr niedrigen Spirituspreisen eine Verarbeitung der Rübe auf Spiritus gestatten würde. Da eine vollständige Vergährung des Rübenbreies nicht ausführbar ist, so lag es nahe, nur den Saft der Rüben zu verarbeiten und zwar diesen wie bei der Rübenzuckerfabrikation durch Pressen oder durch Maceriren zu gewinnen. Je nach der Art der Gewinnung des Saftes kann man folgende Methoden unterscheiden: α) Gewinnung des Saftes durch Reiben und Pressen oder Ausschleudern in Centrifugalapparaten; β) Gewinnung des Saftes durch Maceration (oder auf dialytischem Wege), wobei man a) die Rübenschnitte entweder mit kaltem

oder mit heissem Wasser auslaugt, b) die Rübenschnitte mit heissem Spülicht (Schlempe) von der vorhergehenden Destillation auslaugt.

Auch die in so grosser Menge bei der Rübenzuckerfabrikation sich bildende Rübenmelasse dient zur Spiritusfabrikation. Für sich allein vergährt die Melasse nur sehr schwer vollständig. Beseitigt man aber vorher die alkalische Beschaffenheit der Melasse und führt man den Rohrzucker durch Kochen der Melasse mit verdünnter Schwefelsäure in Chylariose über, so ist die Gährung leicht einzuleiten und zu Ende zu führen. 100 Kilogr. Melasse geben im Durchschnitt 40 Liter Branntwein. Der anfänglich widerliche Geruch des Rübenbranntweins verliert sich grösstentheils durch längeres Lagern. Der in der Blase nach dem Abdestilliren des Spiritus verbleibende Rückstand wird auf Schlempekohle (siehe Kalisalze) verarbeitet.

Die Destillation von Spiritus aus Wein ist besonders in Frankreich, aber auch in Spanien und Portugal zu Hause. Man schätzt die jährliche Produktion von Weinspiritus oder Franzbranntwein (*alcaol de vin*) in Frankreich auf 450,000 Hektoliter von 85 Proc. und an 400,000 Hektoliter Branntwein von 60 Proc. Die Qualität des aus Wein destillirten Branntweins ist von dem Reifgrade der Trauben, von der grösseren oder geringeren Sorgfalt bei der Gährung und Destillation, von der mehr oder minder innigeren Mischung der flüchtigen Principien des Weines mit dem Alkohol, von dem Alter des Weines und von der Art desselben abhängig. Alte Weine liefern eine bessere Qualität als junge. Gallisirte und petiotisirte Weine eignen sich besonders zur Destillation. Der frisch destillirte Branntwein ist farblos und bleibt auch ohne Farbe, wenn man ihn sofort auf Flaschen füllt. Da man ihn aber in Fässern aus Eichenholz aufzubewahren pflegt, so löst er eine kleine Menge von Farb- und Extractivstoffen daraus auf und nimmt eine gelbliche Färbung an. Die besten Sorten von Weinbranntwein werden im Charentedepartement destillirt; sie führen sämmtlich im Handel den Namen Cognac und zeichnen sich durch ihre eigenthümliche und gewürzhafte Milde aus, die man bis jetzt vergeblich nachzuahmen gesucht hat. Auch aus den Weintrestern und dem Weingeläger destillirt man Branntwein (Tresterbranntwein und Drusenbranntwein).

Die weingare Maische (Kartoffelmaische) ist ein Gemenge von nichtflüchtigen und flüchtigen Stoffen. Zu der ersteren gehören Fasern, Malzhülsen, unorganische Salze, Proteïnsubstanzen, unzersetzte und zersetzte Hefe, Bernsteinsäure, Milchsäure, Glycerin u. s. w., zu den flüchtigen der Alkohol, die Fuselöle, das Wasser und kleine Mengen von Essigsäure. Die durch die Gährung entstandenen flüchtigen Maischbestandtheile werden von den nicht flüchtigen durch Destillation getrennt, indem man die flüchtigen Bestandtheile in Dämpfe verwandelt und diese Dämpfe durch Abkühlung wieder condensirt.

Wenn man die weingare Maische bis zum Sieden erhitzt, so bilden sich Dämpfe, welche wesentlich aus Alkohol und Wasser bestehen; die durch Condensation dieser Dämpfe erhaltene Flüssigkeit ist demnach ein Gemisch von Wasser und Alkohol. Wasser siedet bei + 100° C., Alkohol siedet bei + 78,3° C. Da nun der Siedepunkt des Wassers um 21,7° C. höher liegt

als der des Alkohols, so könnte man vielleicht glauben, dass, wenn die weingare Maische bis auf etwa 80° erhitzt wird, nur der Alkohol übergehen werde, das Wasser dagegen zurückbleiben würde. Dies ist aber nicht der Fall und der Siedepunkt eines Gemenges von Wasser und Alkohol ist unter allen Umständen sogleich vom Anfange des Erhitzens an höher als der von reinem Alkohol und die sich bildenden Dämpfe sind stets ein Gemenge von Alkohol und Wasserdämpfen. Der Grund hiervon liegt theils in der Anziehung des Alkohols zum Wasser, theils auch in der Verdunstung; erstere hält den Alkohol zurück und verhindert denselben, bei der Siedetemperatur des Alkohols (bei 78,3°) in Gestalt von Alkoholdampf zu entweichen. Ist durch Erhitzen der Siedepunkt des Gemisches von Alkohol und Wasser erreicht, es sei derselbe 90° C., so wird von dem Alkohol der grösste Theil dampfförmig sich entwickeln, weil dessen Siedepunkt der niedrigere ist; von dem Wasser wird dagegen nur so viel verdunsten, als wenn durch bis auf 90° erhitztes Wasser ein Luftstrom geleitet würde, denn die sich entwickelnden Alkoholdämpfe verhalten sich genau so wie ein Luftstrom und nehmen während ihres Durchganges durch das Gemisch von Alkohol und Wasser eine von der Temperatur abhängige Quantität Wasserdampf auf. Da die aus einer Flüssigkeit entweichende Dampfmenge im direkten Verhältnisse steht zu der Temperatur der Flüssigkeit, so wird die Menge der Wasserdämpfe in dem Dampfgemisch in dem Verhältniss zunehmen, je höher der Siedepunkt des Gemisches steigt, bis endlich, wenn der Siedepunkt des Wassers (= 100°) erreicht ist, in den sich entwickelnden Dämpfen keine Spur von Alkohol sich mehr befindet. Bei Beginn der Destillation bestehen daher die Dämpfe aus viel Alkohol und sehr wenig Wasser, später aus mehr Wasser, endlich nur aus Wasser. Man kann daher nie ohne weiteres durch blosse Destillation aus einer weingaren Maische den Alkohol von den übrigen flüchtigen Maischbestandtheilen trennen. Unterbricht man die Destillation dagegen zur gehörigen Zeit, so hat man in dem Destillat allen Alkohol, nebst einem kleinen Theile Wasser, während die Destillationsrückstände (Phlegma) keine Spur von Alkohol mehr enthalten.

Das aus Alkohol und Wasser bestehende Destillat heisst Lutter (Läuter, Lauer); unterwirft man dasselbe einer nochmaligen Destillation oder Rectification, so wird das Destillat alkoholreicher, bis es endlich durch wiederholtes Rectificiren oder Weinen einen gewissen Alkoholgehalt erlangt hat, der durch Destillation nicht mehr erhöht werden kann. Die letzten Antheile Wasser werden von dem Alkohol so hartnäckig zurückgehalten, dass deren Entfernung durch Destillation nicht ausführbar ist, wol aber erreicht werden kann, wenn man zu dem wasserhaltigen Alkohol eine Substanz setzt, die zum Wasser mehr Verwandtschaft, als letzteres zum Alkohol hat. Solche Körper sind z. B. der Aetzkalk, das geschmolzene Chlorcalcium u. s. w.; sie geben bei der Digestion und nachfolgenden Destillation absoluten Alkohol, welcher in der Technik im Grossen niemals Anwendung findet. Das bei der Rectification des Lutter zuerst übergehende, sehr alkoholreiche Destillat heisst Vorlauf, das spätere Nachlauf. Ein zweimal rectificirter Alkohol enthält gegen 50 Proc. Alkohol; durch Rectification kann man den Alkohol nicht stärker als 95procentig darstellen. Der nach dem Abtreiben des Alkohols bleibende Rückstand heisst Schlempe.

Ein Destillirapparat, wie er zur Spiritusgewinnung Anwendung findet, besteht in seiner einfachsten Form aus vier Theilen, nämlich der

Destillirblase, dem Helm, dem Kühlapparate und der Vorlage zur Aufnahme des Destillates. Die Blase oder der Destillirkessel (auch Brennkessel, Brennblase) ist gewöhnlich aus Kupferblech, seltener aus Eisenblech angefertigt und hat in der Regel die Gestalt eines flachen Kessels, der aber bis auf eine obere runde Oeffnung von 36—72 Centim. Durchmesser geschlossen ist. Die Oeffnung ist mit einem einige Zoll hohen, starken Halse versehen. Der Boden ist entweder eben oder in der Mitte nach oben aufgebogen. Zum Ablassen der Schlempe ist unmittelbar über dem Boden ein mit Hahn versehenes Abflussrohr angebracht. Auf dem Obertheile der Blase befindet sich seitlich noch ein Ansatzrohr zum Füllen der Blase mit Maische. Der Helm oder Hut führt die entwickelten Dämpfe aus der Blase in den Condensationsapparat. Obgleich hierzu ein einfaches Rohr schon genügend wäre, zieht man es bei einfachen Destillirapparaten vor, den Helm gross und weit zu machen, um nicht nur die Maischtheilchen, die das Destillat verunreinigen würden, abzuscheiden, sondern auch ein alkoholreicheres Produkt zu erhalten, indem in Folge der grösseren Oberfläche die Dämpfe eine Abkühlung erleiden, welche die Fortführung der zuerst condensirten Wasserdämpfe verhindert. Die Kühlapparate haben die Bestimmung, die durch den Helm zugeführten Dämpfe nicht blos möglichst vollständig zu condensiren und in eine tropfbare Flüssigkeit zu verwandeln, sondern auch so weit abzukühlen, dass davon nichts verdunstet; sie dürfen den Dämpfen keinen unnöthigen Spielraum gestatten, weil sonst während der Destillation atmosphärische Luft eindringt, die sich mit Alkoholdämpfen imprägnirt und dadurch beim Austritt oder Wechsel einen Alkoholverlust nach sich zieht; sie müssen endlich auch einfach und dauerhaft construirt sein und eine leichte und vollständige Reinigung zulassen. Die Kühlapparate sind Leitungen aus Zinn oder Kupfer (seltener Blei), welche von aussen durch Wasser oder wie bei den neueren Destillirapparaten durch Maische abgekühlt werden.

Die Destillirapparate, mit deren Hülfe man sofort durch eine einmalige Destillation starken Alkohol erhalten kann, haben, so verschieden wie auch ihre Construction sonst sein möge, das mit einander gemein, dass die gemischten Alkohol- und Wasserdämpfe auf ihrem Wege von der Blase bis zum Kühlapparate ununterbrochen an Alkohol reicher werden, bis sie endlich, auf die Stärke von Alkohol gebracht, in den Kühlapparat zur Verdichtung kommen. Diese Anreicherung wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich 1) dadurch, dass das Dampfgemisch wiederholt durch alkoholische Flüssigkeiten streicht, die durch Verdichtung der anfangs einströmenden Dämpfe entstanden sind; später, wenn die Temperatur in Folge fortgesetzten Einströmens von Dämpfen sich steigert, findet eine neue Destillation statt, wobei die Dämpfe weit alkoholreicher sind, als bei der ersten Destillation (Princip der Rectification); 2) dass die Dämpfe wiederholt der Einwirkung der kühleren Wände und Metalloberflächen des Apparates ausgesetzt werden; durch eine derartige regulirte Abkühlung ist man im Stande, das Dampfgemisch zu zerlegen, so dass der alkoholreichere Theil dampfförmig bleibt, während die Wasserdämpfe sich verdichten (Princip der Dephlegmation). Ehedem war man genöthigt, wenn man starken Spiritus darstellen wollte, das Destillat wiederholten Destillationen zu unterwerfen, welche Geld und Zeit kosteten. Gegenwärtig finden diese Rectificationen in dem Apparate selbst statt und dadurch, dass man das Dampfgemisch zerlegt, ist man im Stande, durch eine einmalige Destillation Spiritus

von beliebiger Stärke darzustellen. An den meisten der neueren Destillirapparate lassen sich folgende Theile unterscheiden:

1) die Blase oder der Kessel, in welchem die sich zu destillirende weingare Maische befindet;

2) zwei Kühlapparate, deren einer als Rectificator dient; der andere vervollständigt die Condensation des fertigen Produktes;

3) ein Dephlegmator, in welchem das Dampfgemisch (Lutterdampf) zerlegt wird in einen Theil, der viel wässeriger ist und sich verdichtet, während ein anderer weit alkoholreicherer Theil dampfförmig bleibt. Letzterer gelangt in den Kühlapparat, ersterer fliesst zur Blase zurück.

Von den in Deutschland üblichen Destillirapparaten, bei welchen die zu destillirende Substanz weingare Kartoffelmaische ist, sind die bekanntesten die Apparate von Dorn, Pistorius, Gall, Schwarz und Siemens.

Bei der geistigen Gährung treten neben dem gewöhnlichen Alkohol (Aethylalkohol) unter gewissen, noch nicht völlig festgestellten Bedingungen grössere oder geringere Mengen homologer Alkohole: Propylalkohol, Butylalkohol und Amylalkohol auf, deren höhere Glieder dem Alkohol unangenehme Eigenschaften ertheilen und mit dem Namen Fuselöle bezeichnet werden. Das Fuselöl ist je nach der Natur der Maische (ob Kartoffel-, ob Korn-, ob Rübenmaische) verschieden zusammengesetzt; es bildet sich in grösserer Menge nur dort, wo die Gährung bei höherer Temperatur in concentrirter Dextroselösung und bei Abwesenheit von Weinsäure vor sich geht.

Der Spiritus aus Kartoffeln lässt sich weit leichter und vollständiger entfuseln als der aus Cerealien und Rüben. Dieser Eigenschaft verdankt der entfuselte Kartoffelspiritus seine ausgedehnte fast ausschliessliche Anwendung bei der Bereitung der feineren Liqueure, der Parfümerien, zum Verschneiden des Weins, des Cognac u. s. w.

Alle Fuselöle haben das mit einander gemein, dass sie weit weniger flüchtig sind als Wasser und Alkohol und daher bei der Branntweingewinnung nur gegen das Ende der Destillation in grösserer Menge auftreten, während sie bei der Spiritusgewinnung meist in den Condensationsprodukten der Dephlegmatoren enthalten sind. Ein Theil des Fuselöles geht mit dem Branntwein oder Alkohol über und lässt sich von demselben nur äusserst schwierig trennen. Das Kartoffelfuselöl ist wesentlich Amylalkohol, ein farbloses, dünnflüssiges Oel von durchdringendem, zum Husten reizendem, erstickendem Fuselgeruch und brennendem Geschmack, welches bei 132° siedet. Durch oxydirende Agentien wird es in Valeriansäure übergeführt. Durch Säuren wird es auf dieselbe Weise in eigenthümliche Aetherarten umgewandelt wie der gewöhnliche Alkohol. Diese Aetherarten sind zum Theil von höchst angenehmem Geruch und finden deshalb in der Parfümerie und zum Aromatisiren von Bonbons u. s. w. Anwendung. Für viele Anwendungen des Kartoffelspiritus ist der Fuselgehalt ein Nachtheil, der durch die Entfuselung zu beseitigen ist. Die Vorschläge, die in dieser Hinsicht gemacht worden sind, kommen theils auf eine Zerstörung des Fuselöls durch Oxydation

oder Chlorung oder auf eine Maskirung und Ueberführung in minder unangenehm riechende Verbindungen, theils auf eine wirkliche Entfernung des Fuselöls hinaus. Chlorkalk, übermangansaures Kali und dergl. bilden, wenn man über dieselben fuselhaltigen Spiritus rectificirt, valeriansauren Amylester, doch erstreckt sich die oxydirende Einwirkung ebensowol auf den Amylalkohol, sodass das anzuwendende Quantum dieser Agentien nur äusserst schwierig zu ermitteln ist. Rectificirt man den zu entfuselnden Spiritus mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Essig, so bildet sich neben etwas Essigäther essigsaurer Amylester, der angenehm obstartig riecht. Aehnlich wirken Salzsäure und Salpetersäure, die ebenfalls schon zur Entfuselung angewendet wurden. Das bewährteste Entfuselungsmittel besteht in der Anwendung von gut ausgeglühter Kohle (vegetabilische Kohle, namentlich Seealgenkohle, ferner Torfkohle, Knochenkohle), welche, wenn man den fuselhaltigen Alkohol damit zusammenbringt, das Fuselöl mechanisch aufnimmt. Mit Hülfe von Kohle reinigt man den Spiritus und Branntwein theils in Dampfgestalt, theils durch Digestion in der Kälte und Filtration, unzweckmässig durch Rectificiren über dieselben, da bei der Siedetemperatur das von der Kohle aufgenommene Fuselöl leicht wieder gelöst werden kann.

Die Ausbeute an Alkohol aus einem gegebenen Material ist nicht nur von dem quantitativen Verhältnisse der alkoholgebenden Bestandtheile (Stärkemehl, Dextrose oder Rohrzucker) der Rohsubstanz, sondern auch von der mehr oder minder zweckmässigen Ausführung aller Operationen der Spiritusbereitung (Maischverfahren, Leitung der Gährung) in geeigneten Apparaten abhängig. Was den ersteren Punkt betrifft, so lehrt die Chemie, dass, wenn wir von solchen Produkten, die wie das Glycerin und die Bernsteinsäure bei der geistigen Gährung in nur kleiner Menge sich bilden, absehen,

100 Th.	Stärkemehl	56,78 Th.	Alkohol	geben.
100 „	Rohrzucker	53,80 „	„	
100 „	Traubenzucker	51,1 „	„	

Die Erfahrung lehrt jedoch, dass die Alkoholausbeute geringer ist, als sie nach der Voraussetzung, dass je 1 Molekül Stärkemehl oder Zucker 2 Moleküle Alkohol liefere, sein sollte, so liefern 100 Th. Rohrzucker nicht, wie oben angegeben, 53,8 Th. Alkohol, sondern nur 51,1 Th.

100 Kilogr.	Gerste . .	44,64	Liter Branntwein von 50° Tr.
100 „	Gerstenmalz	54,96	„ „ „ „ „
100 „	Weizen . .	49,22	„ „ „ „ „
100 „	Roggen . .	45,80	„ „ „ „ „
100 „	Kartoffeln .	18,32	„ „ „ „ „

6 Liter Branntwein vom metrischen Centner (Hektoliter, Scheffel u. s. w.) rechnet man 6 $\times$ 50 = 300 Proc. Alkohol, 7 Liter folglich 350, 8 Liter 400. 8 Liter à 48 Proc. Tr. = 384 Proc. Alkohol. Die Literzahl des Branntweins oder Spiritus ist mit dem Alkoholgehalte in Procenten nach Tralles zu multipliciren, demnach geben:

1 metrischer Centner	Gerste . .	44,64 $\times$ 50 = 2232	Proc. Alkohol.
1 „ „	Gerstenmalz	54,96 $\times$ 50 = 2748	„ „
1 „ „	Weizen . .	49,22 $\times$ 50 = 2461	„ „
1 „ „	Roggen . .	45,80 $\times$ 50 = 2290	„ „
1 „ „	Kartoffeln .	18,32 $\times$ 50 = 916	„ „

Nach solchen Literprocenten rechnet man im Spiritushandel, so zwar, dass man

in Breslau 4800 (60 Liter à 80°)
„ Berlin 10,800 (200 „ à 54°)
„ Magdeburg 14,400 (180 „ à 80°)

Literprocente als Einheit annahm und auf sie die Preisnotirung bezog. Neuerlich hat man sich geeinigt, diese auf 8000 (100 Liter à 80°) zu setzen.

Um den Alkoholgehalt des Branntweins oder irgend einer destillirten alkoholhaltigen Flüssigkeit zu ermitteln, die jedoch keine anderen Bestandtheile, als Alkohol und Wasser enthalten, bedient man sich der Alkoholometer. Die Anwendung der Alkoholometer beruht auf dem Principe, dass ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper ein dem seinigen gleiches Volumen Wasser verdrängt und von seinem Gewichte eben so viel verliert, als die verdrängte Wassermenge wiegt. Je nachdem nun die das Aräometer bildende Spindel mehr oder weniger in die Flüssigkeit einsinkt, erfährt man das spec. Gewicht derselben, aus welchem man dann den Gehalt an absolutem Alkohol findet.

Das Alkoholometer von Tralles ist im deutschen Reiche das gesetzliche Mittel zur Bestimmung des Alkoholgehaltes (bei 14,44° R.); in Oesterreich ist das Instrument ebenfalls eingeführt, nur mit dem Unterschiede, dass die Angaben auf die Temperatur von 12° R. (= 15° C.) sich beziehen. Folgende Tabelle giebt eine Vergleichung der Scala von Tralles mit den Gewichtsprocenten, mit dem entsprechenden spec. Gewichte, bei einer Temperatur von 15°.

Spec. Gewicht.	Gewichtsprocente.	Volumenprocente nach Tralles.
0,990	4,99	6,23
0,981	11,11	13,73
0,972	18,12	22,20
0,964	24,83	30,16
0,956	29,82	36,50
0,947	35,29	42,12
0,937	40,66	48,00
0,926	46,00	53,66
0,915	51,02	58,82
0,906	54,85	62,65
0,899	60,34	67,96
0,883	64,79	72,12
0,872	69,79	76,66
0,862	74,66	80,36
0,850	78,81	84,43
0,838	83,72	88,34
0,827	88,36	91,85
0,815	92,54	95,05
0,805	96,77	97,55
0,795	99,60	99,75

Die bei uns allgemein gebräuchlichen Alkoholometer sind genaue Volumenprocentalkoholometer und geben an, wie viel Volumen (Maasse) Alkohol in 100 Volumen der alkoholischen Flüssigkeit enthalten sind. Branntwein von 50° Tralles ist also Branntwein, welcher in 100 Liter 50 Liter Alkohol enthält oder aus welchem von 100 Liter 50 Liter Alkohol erhalten werden können. Zieht man in Betracht, dass beim Mischen von Alkohol und Wasser beträchtliche Verdichtung und Volumenverminderung stattfindet, dass 50 Liter Alkohol und 50 Liter Wasser nur 96,377 Liter Mischung geben, so ergiebt sich, dass 100 Liter einer solchen Mischung nicht 50, sondern 51,88 Liter Alkohol enthalten.

Die Beziehung, in welcher die Branntweinbrennerei zur Landwirthschaft und speciell zur Viehzucht steht, ist eine intensive und äusserst wichtige. Die Branntweinbrennerei hinterlässt Rückstände, welche sich noch als Viehfutter eignen; sie extrahirt aus den stärkemehlhaltigen Substanzen, welche sie verarbeitet, in der That nur den Alkohol, der durch die Gährung in der Maische sich gebildet hat und lässt alle durch die Gährung nicht veränderten ursprünglichen Nährstoffe der Kartoffeln und des Getreides in concentrirter Form zurück. Es liegt nun auf der Hand, dass, wenn in dem gewonnenen Produkt (Spiritus oder Branntwein), die zu dessen Produktion aufgelaufenen Kosten zurückerstattet werden, die Brennereirückstände kostenfrei erhaltene Futterstoffe sind, deren Produktion in den Vordergrund tritt, während der Branntwein die Stelle einer Nebenproduktion einnimmt.

Die Branntweinbrennerei aus Kartoffeln beruht, als landwirthschaftliches Gewerbe betrachtet, wesentlich auf einer chemischen Zerlegung der Kartoffelsubstanz in Futtermaterial und in ein Produkt von verhältnissmässig sehr concentrirtem Werth und grosser Haltbarkeit und Transportfähigkeit — in Schlempe und Spiritus. Die Schlempe ist eine Flüssigkeit, in welcher sich unzersetztes Stärkemehl, Dextrin, Pektinkörper, Proteïnsubstanzen, Fett, kleine Mengen von Zucker, Hülsen, Bernsteinsäure, Glycerin, Salze und Hefebestandtheile theils gelöst, theils suspendirt befinden. Ihr Gehalt an Trockensubstanz beträgt nur 4—10 Proc. Diese Verschiedenheit ist eine Folge der verschiedenen Zusammensetzung des Rohmaterials, der verschiedenen Wassermenge, die man beim Maischen zusetzt und der ungleichen Wasseraufnahme der gegohrnen Maische während der Destillation. Wenn in einer Brennerei Kartoffeln und Malz stets in gleicher Menge und von gleicher Beschaffenheit angewendet werden, die Maische gleiche Concentration besitzt und übrigens das Verfahren stets dasselbe ist, muss die Schlempe immer ziemlich genau dieselbe Zusammensetzung haben. Es lässt sich annehmen, dass durchschnittlich $^3/_4$ der festen Bestandtheile der Schlempe Nährstoffe sind, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen Substanzen zu den stickstofffreien im Mittel = 1 : 3 ist, während es in den Kartoffeln wie 1 : 8 ist. Indem dieselben in Schlempe verwandelt werden, verlieren sie den grössten Theil ihres stickstofflosen Bestandes und werden dadurch zu einem proteïnreichen Futtermittel. In der Praxis schätzt man 150—250 Kilogr. Kartoffelschlempe

= 50 Kilogr. Heu. Die Schlempe enthält 0,75—1 Proc. Glycerin, was für die künftige Darstellung dieser Stoffe aus der Schlempe von hohem Interesse ist.

Die Press- oder Pfundhefe. Obgleich bei der Gährung der gehopften Bierwürze Hefe in beträchtlicher Menge sich erzeugt und in den meisten Fällen angewendet werden kann, wo es sich um geistige Gährung handelt, so ist sie doch zu gewissen Zwecken, z. B. zu der Bäckerei, ihres unangenehmen bitteren Hopfengeschmackes wegen im ungereinigten Zustande nicht anzuwenden. Ausserdem ist die Hefenproduktion bei der Bierbrauerei durchaus Nebensache und alle Rücksichten auf Quantität und Güte der Hefe müssen gegen die nämlichen Rücksichten gegen das Bier in den Hintergrund treten. Es war daher in der Natur der Sache begründet, dass man die Hefenfabrikation als besondern und eigenthümlichen Gewerbszweig entstehen liess und damit zugleich für das so wichtige Produkt eine Quelle schuf, welche es reichlicher und besser, und namentlich auch ökonomisch vortheilhafter producirte. Obgleich auch die Hefenfabrikation ihr Produkt nicht selten durch den Process der geistigen Gährung erzeugt, so sucht man doch, nachdem durch die Untersuchungen O. Brefeld's die Bedingungen des Wachsthums der Hefe festgestellt sind*), die Hefe zum Hauptprodukt zu machen und die Gährung in dieser Richtung einzuleiten und auszuführen.

Eine Zurückführung der Darstellung der Presshefe auf ihre naturgesetzliche Grundlage ist erst durch genauere Erforschung der Natur der Hefe und ihrer Fortpflanzungsverhältnisse ermöglicht worden. Die Hefenerzeugung ist der Cultur der Pflanzen an die Seite zu stellen, man pflanzt kräftige Hefenzellen in einen Boden, der die Bedingungen der Hefenpflanzenentwicklung darbietet und bei Vorhandensein von freiem Sauerstoff die nöthigen Nährstoffe in genügender Menge enthält. Nach einer durch die Praxis bestätigten Ansicht bieten Lösungen von Proteïnsubstanzen namentlich von Kleber und ähnlichen Eiweisssubstanzen der Cerealien ein höchst geeignetes Nahrungsmittel der Hefenzellen dar. Man maischt Gerstenmalzschrot (1 Theil) mit Roggenschrot (3 Theile) auf die gewöhnliche Weise ein und kühlt die Maische mit dünner Schlempe. Auf 100 Kilogramm Schrot setzt man 0,5 Kilogramm kohlensaures Natron hinzu und hierauf 0,35 Kilogramm Schwefelsäure mit Wasser verdünnt und setzt die Maische mit Hefe in Gährung. Aus der stark gährenden Flüssigkeit, in welche man von Zeit zu Zeit Luft treibt, nimmt man mit Hülfe eines Schaumlöffels die Hefe ab, schlägt sie durch ein leinenes Tuch oder durch ein Sieb und lässt das Durchgegangene im kalten Wasser absitzen. Der Absatz wird gepresst, bis er

*) Aus Brefeld's Versuchen (1873) folgt, dass Wachsthum der Hefe und Alkoholgährung durchaus von einander zu trennen sind.

einen steifen knetbaren Teig bildet, den man zur besseren Entwässerung gewöhnlich mit 4—10 (zuweilen sogar bis zu 24) Proc. Kartoffelstärkemehl versetzt. Was die Ausbeute an Presshefe betrifft, so kann man auf 100 Kilogr. Roggen, einschliesslich des erforderlichen Malzschrotes etwa 15—16 Kilogr. fertige Hefe rechnen. Da das wirkliche Quantum der eigentlichen Hefe oder der stickstoffhaltigen Substanz in der Presshefe höchstens 20 Proc. beträgt, so wird bei der Hefefabrikation der Nahrungswerth der Schlempe, was deren stickstoffhaltige Substanz betrifft, nur wenig geschmälert. Es sei hier noch die Kunsthefe erwähnt, welche wesentlich nur den Gährungsprocess der gährenden Maische oder Würze von heute auf die zu stellende Maische oder Würze vom folgenden Tage übertragen soll und für die Spiritusfabrikation dasselbe ist, was der Sauerteig für die Brotbäckerei. Es giebt unzählige Vorschriften zur Bereitung von Kunsthefe und künstlichen Gährungserregern überhaupt; so weit man dieselben kennt, lassen sie sich auf folgende Kategorien zurückführen: 1) es wird einfach die Maische mit einem kleinen Theile in voller Gährung begriffener Maische des andern Tages gestellt; 2) es wird von der in voller Gährung befindlichen Maische ein kleiner Theil des flüssigen Theiles mit Hülfe eines Hebers gezogen, diese Portion in Gährung versetzt und damit die Maische des nächsten Tages gestellt; 3) sobald in der zuletzt gestellten Maische die Hefenbildung am kräftigsten ist, mischt man einen Theil der an der Oberfläche abgeschiedenen Hefe mit der zu stellenden Maische, deren Temperatur man bis zu der zur Gährung erforderlichen erhöht. Nach Verlauf weniger Stunden kann diese Maische zum Stellen verwendet werden. Handelt es sich um Bereitung von eigentlicher Kunsthefe, so macht man wie bei der Fabrikation von Presshefe einen Ansatz von Malz- und Fruchtschrot mit Wasser, Schlempe oder frischer Kartoffelmaische, die man entweder mit Bierhefe oder mit Mutterhefe, d. h. einem zurückbehaltenen Reste derselben Kunsthefe anstellt.

Spiritussteuer. Nach den gegenwärtig herrschenden Principien in der Besteuerungspolitik erscheint der Branntwein als ein besonders zur indirecten Besteuerung geeignetes Object, weil mit seinem Genusse, wenn er ins Uebermaass geht, so verderbliche Folgen verknüpft sind, dass der Wunsch gerechtfertigt erscheint, es möge der Consumtion durch Preiserhöhung in Folge hoher Besteuerung eine Schranke gesetzt werden. Die Besteuerung des Branntweins (oder des Spiritus) erstreckt sich entweder auf die Fabrikation oder auf den Verbrauch. Die Verbrauchssteuer ist kaum ausführbar und ebenso unbequem für den Consumenten wie kostspielig für den Staat. Die Controle ist eine weit leichtere und die Belästigung trifft eine geringere Anzahl von Personen, wenn nicht der Verbrauch, sondern die Fabrikation besteuert wird. Man kann bei dieser Besteuerungsweise ausgehen:

1) vom Rohstoffe (mehlhaltige Rohstoffe wie Cerealien und Kartoffeln, ferner Zuckerrüben, Treber, Kern- und Steinobst, Weinhefen), wobei dessen mittlerer Gehalt an Trockensubstanz oder

alkoholbildendem Körper (Stärkemehl oder Zucker oder Alkohol) zu berücksichtigen ist;

2) von der Maische, wobei man entweder nur ihre Menge, oder auch zugleich ihre Qualität und Consistenz in Betracht zieht;

3) von dem erzeugten Produkte selbst, indem man seine Grädigkeit, d. h. die Menge des darin enthaltenen absoluten Alkohols ermittelt;

4) von der Zeit, welche zur Gährung eines bestimmten Quantums Maische und zur Destillation eines bestimmten Volumens gegohrener Masse erforderlich ist.

Die Besteuerung des Produktes ist ohne Widerrede nicht nur die gerechteste und rationellste Besteuerungsmethode, sondern auch die in der Zukunft einzig und allein mögliche, falls dem Spiritus aus der Brennerei in dem auf synthetischem Wege dargestellten Spiritus (aus Leuchtgas) oder auch nur in dem aus Cellulose erhaltenen Alkohol (wie er gegenwärtig als Nebenprodukt der Holzpapierfabrikation auftritt) in der That ein Concurrent erwachsen sollte. Sie legt dem Brennereibetriebe keine Schwierigkeiten in den Weg, sie beschränkt ihn nicht in der Wahl seiner Rohstoffe, sie trifft ferner alle Producenten nach Maassgabe ihrer Leistung. Sie hat aber auch ihre Schattenseiten, einmal treibt sie nicht, wie andere Besteuerungsarten, den Brenner, an Verbesserungen des Betriebes zu denken; während dem Brenner, dessen Rohstoff, dessen Maische und dessen Zeit besteuert wird, daran liegen muss, in der kürzesten Zeit die grösste Menge Alkohol zu erzeugen und das Verfahren zu verbessern, da jede grössere Ausbeute an Alkohol die Steuer verringert, ist es für den Producenten, dessen Produkt versteuert wird, in Bezug auf die Steuerquote gleichgültig, ob er auch rationell oder nachlässig arbeitet; die Alkoholmenge, die eben durch seine Brennmethode erhalten wird, wird versteuert, ist sie gering, so zahlt er weniger und umgekehrt. Eine andere Schattenseite der Besteuerung des Produktes ist die Leichtigkeit, mit welcher Defraudationen begangen werden können; die Steuerbeamten sind dadurch veranlasst, auch von der Fabrikation in allen ihren Phasen Notiz zu nehmen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass nur das versteuerte Quantum Branntwein und nicht mehr producirt worden ist. Dadurch wird diese theoretisch vollkommenste Besteuerungsweise zu einer quälenden und betriebsstörenden für den Brenner; sie ist in England die gesetzliche. Im norddeutschen Bunde erhebt man (nach dem Gesetze vom 8. Juli 1868) von jedem Quart Branntwein von 50 Proc. Tr., falls der Branntwein aus Kartoffeln und Cerealien hergestellt worden war, $1^9/_{16}$ Silbergroschen Steuer.

Die Besteuerung des Rohstoffes ist, wenn sie eine gerechte sein soll, mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, da man nicht nur auf die Gewichtsmenge, sondern auch auf den alkoholbildenden Bestandtheil darin Rücksicht zu nehmen hat. Es muss zuvor genau festgestellt sein, welche Alkoholausbeute eine bestimmte Menge des zu verarbeitenden Rohmaterials liefert. Da nun aus der Probe eines kleinen, beliebig genommenen Theils der Rohstoffmenge ein richtiger Schluss auf die Beschaffenheit des Ganzen nicht möglich ist, so folgt hieraus die Nothwendigkeit der Controle des Maischraumes. Auf

der anderen Seite erfordert diese Besteuerungsweise Steuerbeamte, die nöthigenfalls im Stande wären, Proben des Rohstoffes (chemische Probe durch Waage oder Titrirung, Bestimmung des spec. Gewichtes u. s. w.) selbst mit der erforderlichen Genauigkeit vorzunehmen. Weil das Rohmaterial (Kartoffeln und Cerealien, weniger leicht Rüben) ziemlich leicht der Steuerbewachung entzogen werden kann, so sind auch hier Defraudationen unausbleiblich und die Behörde ist gezwungen, auch die Fabrikation mit zu überwachen. Obgleich noch nirgends in Anwendung, hat sie doch eine Zukunft, indem sie mit der Forderung der Wissenschaft, aus einem bestimmten Quantum Rohstoff die grösste Alkoholausbeute zu erzielen, im Einklang steht und dadurch zu einem mächtigen Sporn zur Vervollkommnung des Brennereibetriebes wird. Im (ehemaligen) norddeutschen Bunde (Gesetz vom 8. Juli 1868) erhebt man bei allen nicht mehlhaltigen Rohstoffen Branntweinmaterialsteuer und zwar vom Eimer (= 60 Quart)

α) eingestampfter Weintrebern und Kernobst 4 Silbergroschen;

β) Trauben- und Obstwein, Hefen und Steinobst 8 Silbergroschen.

Auf die Besteuerung der Zeit ist der Blasenzins basirt. Kennt man alle zur Destillation erforderlichen Geräthschaften einer Brennerei, so lässt sich mit Leichtigkeit und ziemlich sicher ein Schluss auf die producirte Alkoholmenge und auf die zur Destillation nothwendig gewesene Zeit ziehen; eben so leicht und genau lässt sich auch diese Zeit controliren. Indem man eine als Einheit angenommene Spanne Zeit, die zur Destillation gerade genügt, mit einem bestimmten Steuersatze belegt, stellt man dem Brenner die Aufgabe, in der kürzesten Zeit das grösste Alkoholquantum aus dem verarbeiteten Rohstoffe abzuscheiden; je höher der Steuersatz ist, desto wichtiger erscheint für den Brenner die Aufgabe, deren Lösung eine von der Behörde gesetzte Prämie auf beste Benutzung der kostbaren Zeit ist. In wenigen Fällen ist wol in der Industrie das britische *time is money* so handgreiflich dargestellt, wie in dem vorliegenden Falle. Die Spiritusfabrikanten haben ihr Möglichstes gethan, die Prämie zu verdienen und die Branntweinbrennereien als Kleingewerbe hätten längst eingehen müssen, wenn die Behörden streng auf Durchführung der Besteuerung der Zeit gesehen hätten.

Um die Branntweinbrennereien als landwirthschaftliches Gewerbe neben den Spiritusfabriken der Neuzeit fortbestehen lassen zu können, ergab sich die Nothwendigkeit eines anderen Mittels zur Feststellung der producirten Alkoholmenge. Dieses Mittel fand sich in der Ausmessung des Raumes, den die Maische während der Gährung einnimmt. Diese Art der Besteuerung führt den Namen Maischraumsteuer oder kurzweg Maischsteuer. Sie ist in einigen Ländern des Zollvereins die gesetzlich eingeführte und in der That giebt es wichtige Gründe, aus welchen sie andern Besteuerungsarten vorzuziehen ist. Ein Hauptgrund liegt in der Schwierigkeit, mit der gährenden Maische eine Defraudation vorzunehmen. Leider tritt vor dieser fiskalischen Rücksicht die wissenschaftliche dergestalt in den Hintergrund, dass in allen Ländern, in denen die Steuer vom Maischraum erhoben wird, der Brenner nicht mehr die Aufgabe hat, aus einer gegebenen Menge Rohmaterial die grösste Alkoholmenge zu erzeugen, sondern aus dem kleinsten Volumen Maische die höchste Alkoholausbeute zu erzielen. Der normale Verlauf des Zuckerbildungs- oder Maischprocesses, sowie der Gährung der verzuckerten Maische ist aber von einem gewissen Verdünnungsgrade abhängig, der nicht überschritten werden darf, ohne an Alkohol einzubüssen.

Während die rationelle Technik eine gewisse Verdünnung der Maische verlangt, drängt die Besteuerung auf eine möglichste Benutzung des besteuerten Raumes, d. h. auf eine möglichst concentrirte Maische. In der Praxis ist daraus die Methode des Dickmaischens mit allen ihren Consequenzen hervorgegangen: „Die Destillirapparate erhielten vielfache Verbesserungen und zweckmässigere Einrichtung, die Fortschritte des Brennereigewerbes im Ganzen betrachtet, würden indessen wahrscheinlich grösser sein, wenn die Eingriffe der Steuerbehörde in den Betrieb, in die Zeiteintheilung, Gährdauer, Brenndauer, Dimension der Geräthschaften u. s. w. nicht wesentliche Hindernisse wären.“ Die Maischraumsteuer gewährt dem fabrikmässigen Brennbetriebe grosse Vortheile vor den landwirthschaftlichen Kleinbrennereien. Nicht allein ist die Einführung von Dampfapparaten zur Erwärmung und Destillation, welche die Verarbeitung sehr dicker Maischen ermöglichen, an eine gewisse Grösse des Betriebes gebunden, sondern die Aufstellung dieser Apparate wird auch in demselben Maasse billiger, als sich die Erhaltungs- und Amortisationskosten auf eine grössere Alkoholmenge vertheilen. Brennereien mit ununterbrochenem Betriebe sind also schon deshalb in Vortheil vor jenen, die nur während des Winters brennen, wie die kleinen landwirthschaftlichen Brennereien, die nur wesentlich die bessere Verwerthung der selbst erbauten Kartoffeln zum Zwecke haben. In der Landwirthschaft sind ja die Rückstände der Brennereien, die Schlempe, als Mastfutter für Schweine und Rinder von so hoher Wichtigkeit, dass die Erzeugung dieser Rückstände öfter als Hauptprodukt in den Vordergrund, der Branntwein als Nebenprodukt in den Hintergrund tritt.

Der Netto-Steuerertrag des Brennereibetriebes (nach Abzug der Steuervergütung für Export) betrug

im Preussischen Staate	1836	15,3	Mill. Mark
„ „ „	1851	15,4	„ „
„ „ „	1860	21,6	„ „
„ „ „	1865	24,3	„ „
im ehemaligen Norddeutschen Bunde	1870	35,7	„ „

Die Brotbäckerei.

Der Zweck der Brotbereitung ist, das Mehl durch Abänderung seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit in den Zustand zu versetzen, in welchen es am leichtesten zwischen den Zähnen zerkleinert, mit Speichel getränkt und dadurch am besten verdaut wird. Rührt man Mehl mit Wasser zu einem Teig an, so erhält man nach dem Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur eine Art Kuchen, der die Stärkemehlkörner unverändert und unlöslich enthält und nur schwer verdaut wird, abgesehen davon, dass er durch seinen faden Geschmack den Appetit nicht reizt. Wird zum Trocknen die Temperatur des Siedepunktes des Wassers benutzt, so gleicht der Kuchen getrocknetem Kleister, welcher der Verdauung grosse Hindernisse entgegensetzt. Wirkt diese Temperatur nur auf die Ober-

fläche, aber nicht in das Innere des Teiges, so wird letzterer eine Beschaffenheit haben, welche in der Mitte steht zwischen mehliger und glasiger; von dieser Art ist der Schiffszwieback, der immer als ein stark ausgetrockneter Teig betrachtet werden kann und vor dem gebackenen Brote den Vorzug grosser Haltbarkeit, den Nachtheil dagegen eines faden Geschmackes und der Schwerverdaulichkeit hat. Durch das Backen will man nun zweierlei erreichen, einmal soll die eigentliche Brotmasse so weit erhitzt werden, dass das Stärkemehl in den aufgeschlossenen Zustand, in Kleister übergehe, der Teig sich aber nicht in eine feste spröde oder wässerige Masse verwandele, sondern sich aufblähe und nach dem beendigten Backprocesse von der bekannten lockeren und schwammigen Beschaffenheit erscheine; das andere Mal will man durch das Backen die Oberfläche des Brotes rösten und dieselbe dadurch in die Rinde oder Kruste überführen, wodurch nicht nur dem Brot der ckarakteristische Wohlgeschmack, sondern auch die Eigenschaft ertheilt wird, sich längere Zeit so ziemlich unverändert aufbewahren zu lassen. Das Mittel zur Auflockerung des Teiges ist meist die geistige Gährung, die man durch Zusatz von Gährungsmitteln (Fermenten), entweder Sauerteig oder Hefe, einleitet; ein kleiner Theil der Stärke des Mehles geht in Stärkezucker über, der in Alkohol und Kohlensäuregas zerfällt; letzteres sucht zu entweichen, wird aber daran durch die Zähigkeit des Mehlteiges verhindert. Der nebenbei erzeugte Alkohol kommt nicht in Betracht. Aus Weizenmehl und Hefe erhält man das Weissbrot, aus Roggenmehl oder einem Gemisch davon mit Weizenmehl und Sauerteig das Schwarzbrot. Heeren fand in dem Mehle, wie es gewöhnlich zum Backen benutzt wird, durchschnittlich gegen 13 Proc. Feuchtigkeit.

Die Rohmaterialien der Brotbäckerei sind Mehl, Wasser und Gährungsmittel, ausserdem Salz, Gewürze u. dergl. Die Zusammensetzung der wichtigeren Mehlsorten ist folgende:

	a.	b.	c.	d.
Wasser	15,54	14,60	14,00	11,70
Albumin	1,34	1,56	1,20	1,24
Pflanzenleim	1,76	2,92	3,60	3,25
Caseïn	0,37	0,90	1,34	0,15
Fibrin	5,19	7,36	8,24	14,84
Kleber	3,50	—	—	—
Zucker	2,33	3,46	3,04	2,19
Gummi	6,25	4,10	6,33	2,81
Fett	1,07	1,80	2,23	5,67
Stärke	63,64	64,28	53,15	58,13
Sand	—	—	6,85	—

a) Weizenmehl, b) Roggenmehl, c) Gerstenmehl, d) Hafermehl. Ausser diesen Mehlsorten finden Mais-, Bohnen-, Erbsenmehl etc. zur Brotbereitung örtliche Anwendung.

Die Hauptphasen der Bäckerei sind: 1) Das Anmachen des Mehles mit Wasser zu einem Teige ist die erste Manipulation beim Backen. Es hat zum Zweck, das Dextrin, den Stärkezucker (deren Menge während des Anmachens durch die Einwirkung des Klebers auf das Stärkemehl vermehrt wird), einige eiweissartige Körper aufzulösen und im aufgelösten Zustande die unlöslichen Bestandtheile des Mehles, namentlich den Kleber, aber auch das Stärkemehl zu durchdringen, aufzuweichen und aufzulockern. Mit dem Wasser setzt man zugleich das Gährungsmittel, den Sauerteig oder die Hefe zu, je nachdem Schwarzbrot oder Weissbrot dargestellt werden soll.

Unter Sauerteig versteht man diejenige Menge des in Gährung begriffenen Teiges, der bis zum nächsten Backen aufgehoben wird; er besteht aus einem Gemenge von Mehl und Wasser, in welchem ein Theil des Stärkemehles unter dem Einflusse der in Fermente (Hefe und Milchsäureferment) umgewandelten Proteïnkörper des Mehles zum Theil in Krümelzucker und als solcher in die geistige Gährung und Essiggährung, zum grössten Theile aber in die Milchsäuregährung übergegangen ist. Der Sauerteig wirkt in dem Teige gährungsfortpflanzend und auf dieselbe Weise, wie gährende Würze unter süsser Würze, d. h. wie Hefe.

2) Der so erhaltene dünne Teig, aus Mehl, Wasser und Ferment bestehend, bleibt, mit Mehl bestreut, an einem mässig warmen Orte einige Zeit, meist über Nacht, stehen. Hierbei tritt die Brotgährung ein, indem das Ferment auf die Dextrose des Teiges einwirkt; in Folge der Kohlensäureentwickelung hebt sich der Teig (er geht auf). Dem aufgegangenen Teige verleiht man durch Kneten Mehl ein, weil er für sich zu wenig Consistenz hat, um verbacken werden zu können. Verfährt man nach der gewöhnlichen Art, nach welcher man zuerst nur ein Dritttheil des Mehles mit dem Wasser anmacht, so knetet man dann die übrigen zwei Dritttheile und das zur Bildung eines normalen Teiges erforderliche Wasser ein. Nach dem Kneten bestreut man den Teig mit Mehl und lässt ihn an einem warmen Orte nochmals aufgehen, wozu kaum halb so viel Zeit, als zu dem ersten Gähren nöthig ist. In den meisten Bäckereien lässt man gegenwärtig das zweite Gähren weg und schreitet sofort nach dem Kneten zum Auswirken, d. h. man bringt den Teig in die gebräuchliche Form von Brot. Durch das Auswirken wird der Teig zusammengedrückt und muss daher von Neuem an einem warmen Orte kurze Zeit der Gährung überlassen werden, um sich wieder zu heben (das Zurichten). In der Regel geschieht dies auf Körben (Backschüsseln) oder auf Leinwand (Brottüchern), die man mit Kleie bestreut, um das Anhaften zu verhüten. Das Volumen des Teiges nimmt bis auf das Doppelte zu. Während des Gährens bestreicht man beim Roggenbrote die Laibe öfters mit lauem Wasser, damit die Oberfläche keine Risse erhält. Dieses Bestreichen wird auch unmittelbar vor dem Einschieben in den Ofen wiederholt. Das Wasser erweicht die Rinde und löst etwas Dextrin aus dem Teige auf, welches nach dem Verdunsten des Wassers auf der Oberfläche (Kruste) zurückbleibt und dem Brote Glanz giebt. Haben sich die Brote genügend gehoben und hauchen sie einen eigenthümlich geistigen Geruch aus, so ist es Zeit, die Gährung durch das Backen zu unterbrechen.

Das Kneten des Brotteiges mit den Händen und Armen ist eine überaus

anstrengende Arbeit, der man häufig den Vorwurf gemacht hat, dass sie unreinlich und ungesund sei. Ohne uns in Erörterungen einzulassen, in wie weit diese Vorwürfe gerechtfertigt sind, ist doch anerkannt, dass die mit der üblichen Knetmethode verbundene körperliche Anstrengung eine ausserordentliche ist; es wurde deshalb längst der Gedanke erweckt, die Arbeit des Knetens durch Maschinen verrichten zu lassen. Obgleich es unmöglich ist, die Handarbeiten durch Maschinen dort vornehmen zu lassen, wo der Tastsinn in Betracht kommt und die Knetmaschinen eine allgemeine Anwendung nicht finden konnten, so haben sie sich doch in allen Brotfabriken bewährt, wo es sich um die Herstellung von nur einer Brotsorte handelte.

3) Die Umwandlung des gegangenen und ausgewirkten Brotteiges in Brot geschieht durch das Backen in dem Backofen, dessen gewöhnlichste Art aus einem runden oder ovalen, mit Gewölbe überspannten Herde besteht, an dessen vorderer Seite das Mundloch, eine Oeffnung zum Einschieben der Brote und zugleich auch zum Einführen des Brennmaterials, sich befindet. Der Ofen ist aus Backsteinen und Lehm aufgemauert, die Sohle des Herdes mit Ziegelsteinen belegt oder aus Lehm geschlagen. Das Ofengewölbe von elliptischer Gestalt muss möglichst niedrig sein, um die Wärme gut reflectiren zu können. Das Mundloch lässt sich mit einer Thür aus Blech oder Gusseisen verschliessen; da dasselbe zugleich als Rauchöffnung dient, so ist über dem Mundloch ein Rauchkanal angebracht, der den Rauch in den Schornstein führt. Neben dem Mundloche sind gewöhnlich noch zwei kleine Oeffnungen vorhanden, mittelst deren und durch angezündete Holzspäne man den Ofen während des Einschiebens der Brote beleuchtet. Die zum Verbrennen des Brennmaterials erforderliche Luft strömt durch den untern Theil des Mundloches ein, während durch den oberen die Verbrennungsgase und der Rauch austreten, die für das Heizen sehr unangenehm sind. Zweckmässiger ist daher eine Einrichtung der Backöfen, bei welchen das Mundloch nur zum Heizen dient, der Rauch dagegen durch Oeffnungen entweicht, die in dem hintern Theile des Gewölbes sich befinden und durch Schieber verschlossen werden können.

Als Brennmaterial wendet man weiches Holz an. Die glühenden Kohlen werden durch das Mundloch aus dem Ofen gezogen. Ehe das zu backende Brot eingeschossen wird, reinigt man den Ofen von Asche und mit Hülfe eines nassen Wischers und bringt darauf die Brote in den Ofen. Die zum Backen geeignete Temperatur des Ofens beträgt 200—225° C. Vor dem Einschieben bestreicht man die Oberfläche mit Wasser, in welches man etwas Mehl eingerührt hat, um das Aufspringen der Brotkruste in Folge zu schneller Einwirkung zu hoher Temperatur zu verhindern; die Hitze wirkt nun zuerst auf die Feuchtigkeit, sodass die Oberfläche vor zu hoher Temperatur geschützt ist. Die Wasserdämpfe, womit der Backofen sich nach und nach anfüllt, sind, um eine chemische Veränderung der Oberfläche des Brotes hervorzurufen und dadurch eine glatte Kruste zu erzeugen, ganz unerlässlich. Die zum Ausbacken erforderliche Zeit richtet sich nach der Grösse, der Form und der Art des Brotes. Je mehr das Brot sich der Kugelform nähert, je kleiner mithin die Oberfläche im Vergleich zum Inhalt ist, eine desto längere Backzeit ist nöthig. Schwarzbrot erfordert längere Zeit als weisses. Diese Backöfen haben in die Augen springende Nachtheile, sie können nie gleichmässig erwärmt werden und kühlen auch ungleichmässig ab, und zwar durch die einströmende Luft am schnellsten im vorderen Theile. Gewöhnlich wird

nach jedem Gebäck nachgeheizt, ehe wieder eingeschossen wird, wozu weniger Brennstoff gehört als zum Anheizen. Bei dem fabrikmässigen Betriebe der Bäckerei wendet man continuirlich betriebene Oefen an, bei welchen Backraum und Feuerraum getrennt sind.

Surrogate des Fermentes für die Brotgährung. Wie aus dem Vorstehenden folgt, beruht das Wesentliche der Brotbereitung darauf, dass das mit Wasser zu einem Teige verbundene Mehl durch den Umstand, dass in dem gegohrenen Brote der Kleber gleichsam ein Skelet oder ein zellenförmiges Gewebe bildet, durch welches das Entweichen der Kohlensäure verhindert wird, die bekannte poröse und schwammige Beschaffenheit erhält, die zur Verdaulichkeit des Brotes erforderlich ist. Diese Beschaffenheit wird nun dem Brote zum Theil auf Kosten eines Theiles der Stärke des Mehles ertheilt, die sich erst in Stärkezucker und dann durch Gährung in Alkohol und Kohlensäuregas umwandelt; letzteres sucht zu entweichen und bewirkt zunächst das Aufgehen des Teiges. Damit diese Gährung vor sich gehe, ist der Zusatz von Fermenten nothwendig, die dem Brote fremd sind und zuweilen demselben die Verdauung beeinträchtigende Eigenschaften ertheilen. Es war daher schon längst das Streben der Techniker, die Brotgährung und somit auch den Zusatz von Hefe und Sauerteig zu umgehen und dem Teige die erforderliche lockere Beschaffenheit durch eine in dem Teige selbst vor sich gehende Gasbildung zu geben. Obgleich das Problem, Brot von normaler Beschaffenheit ohne Gährung zu bereiten, noch nicht befriedigend gelöst ist, so fehlt es doch nicht an darauf bezüglichen Vorschlägen, die zum Theil alle Beachtung verdienen. Es seien im Folgenden einige der wichtigsten derselben angeführt. Natriumbicarbonat und Salzsäure sind wiederholt neuerdings von v. Liebig vorgeschlagen worden, um in dem Teige selbst die zum Aufgehen desselben nöthige Kohlensäure zu entwickeln, wobei das zugleich entstandene Kochsalz in dem Teige bleibt. Vortheilhafter und rationeller ist das gleichfalls von v. Liebig empfohlene Backpulver von E. N. Horsford in Cambridge (Massachusetts), wesentlich in einer geeigneten Mischung von saurem Calciumphosphat, Natriumbicarbonat und Chlorkalium bestehend. In neuerer Zeit haben Dauglish und Bousfield sich mit der Brotbereitung mit Hülfe von reiner Kohlensäure (*aërated-bread*) beschäftigt. Das Kneten des Teiges geschieht in einem verschlossenen Cylinder, aus welchem die Luft ausgepumpt wird und in welchen man sodann unter starkem Druck Kohlensäuregas eintreibt, welches während des Knetens von dem dem Mehle zugesetzten Wasser absorbirt wird. Hat das Kneten genügend stattgefunden, so öffnet man eine unter dem Knetcylinder befindliche Röhre, durch welche der Teig sodann durch den Gasdruck ausgetrieben wird. Man schneidet ihn beim Austritt aus der Röhre stückweise ab und bringt die so gebildeten Laibe sofort in den Backofen. Indem die von dem Wasser des Teiges absorbirte Kohlensäure nun wieder entweicht, bläht sie den Teig auf. — Die Behauptung, dass das mit reiner Kohlensäure dargestellte Brot einen andern und zwar faden Geschmack besitze, als das auf gewöhnliche Weise mit Gährung erhaltene, scheint nicht ungerechtfertigt zu sein, da in letzterem geringe Mengen der geistigen Produkte der Gährung, namentlich Alkohol*), zurückbleiben, die namentlich bei

*) Th. Bolas fand (1873) in frisch gebackenem Brote aus verschiedenen Bäckerläden Londons im Mittel 0,314 Proc. Alkohol.

frischem Brote durch Geschmack und Geruch wahrzunehmen sind. Es ist auch nicht zu vergessen, dass der bei der Brotgährung sich bildende Alkohol, indem er durch die Hitze des Backofens in Dampf verwandelt wird, neben der Kohlensäure zur Auflockerung des Brotes beiträgt.

Das Mehl der Getreidearten enthält im lufttrocknen Zustande 12—16 Proc. Wasser, während seiner Umwandlung zu Brot nimmt es aber noch grosse Mengen von Wasser auf. 100 Pfd. feinen Weizenmehls verbinden sich mit 50 Pfd. Wasser und geben 150 Pfd. Brot. Die Zusammensetzung des Mehles und Brotes ist daher folgende:

	Weizenmehl.	Weizenbrot.
Trockenes Mehl . .	84	84
Ursprüngliches Wasser	16	16
Hinzugesetztes Wasser	—	50
	100	150

Neugebackenes Brot besitzt, wie allbekannt, eine eigenthümliche Weichheit und Zähigkeit; nach einigen Tagen verliert es diese Weichheit und wird krümelnd und anscheinend trocken und heisst in diesem Zustand altbacken. Meist ist man der Ansicht, dass diese Veränderung in der Abnahme des Wassergehaltes ihren Grund habe. Dies ist aber unrichtig, da nach Versuchen von Boussingault altbackenes Brot ebenso viel Wasser als frisches enthält. Die Veränderung besteht allein in einem besondern Molekularzustande des Brotes, welcher bei dem Altbackenwerden eintritt.

Die Essigfabrikation.

Das, was man im gewöhnlichen Leben Essig nennt, ist wesentlich ein Gemisch von Essigsäure mit Wasser. Die Essigsäure $C_2H_4O_2$ bildet sich durch Oxydation des Alkohols, sowie durch trockne Destillation der Cellulose.

Essig aus Alkohol. Was die erstere Bildungsweise betrifft, so geben 100 Th. Alkohol 129,5 Th. Essigsäure. Der Vorgang ist aber in der That nicht so, dass sich aus dem Alkohol sofort Essigsäure bildet. Ehe diese Säure entsteht, geht der Alkohol erst in einen Körper über, welcher minder sauerstoffreich ist als die Essigsäure, nämlich den Aldehyd C_2H_4O. 100 Kilogr. Alkohol brauchen zu ihrer Ueberführung in Essigsäure 300 Kilogr. (= 2322 Hektoliter) Luft, da diese genau die 69 Kilogr. Sauerstoff enthalten, die zur Oxydation des Alkohols zu Essigsäure erforderlich sind. Es ist jedoch einleuchtend, dass in der Praxis dieses Luftquantum bei weitem unzureichend ist, da von dem dem Alkohol zugeführten atmosphärischen Sauerstoff wahrscheinlich nur derjenige Theil der in Gestalt von Ozon vorhanden ist, zur Essigbildung verwendet wird. Soll in alkoholhaltigen Flüssigkeiten die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure erfolgen, so muss ein Gährungspilz, die *Mycoderma aceti*, vorhanden sein, welcher, wie es scheint, die Function hat, den Sauerstoff der Luft thätig zu machen und auf den Alkohol zu übertragen.

Die Bedingungen, unter welchen eine vortheilhafte Erzeugung des Essigs im Grossen stattfinden kann, sind folgende:

1) die alkoholhaltige Flüssigkeit — das Essiggut — sei dieselbe Traubenwein oder Obstwein, gegohrener Malzauszug, Bier und Branntwein, soll hinreichend verdünnt sein; sie darf nicht wol über 10 Proc. Alkohol enthalten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass unmittelbar durch Gährung dargestellte alkoholische Flüssigkeiten leichter in Essig übergeführt werden können, als Mischungen von Branntwein oder Alkohol mit Wasser. Eine zu grosse Verdünnung, die weiter geht als bis zu 3 Proc. Alkohol, hindert zwar nicht die Essigbildung, wol aber wird sie dadurch verlangsamt;

2) eine geeignete Temperatur, die nicht über 36° C. steigen und nicht unter 10—12° C. sinken soll. Bei einer Temperatur von 7° C. und darunter findet keine Essigbildung mehr statt. Bei einer Temperatur von 40—60° ist die Verwandtschaft des Alkohols zum Sauerstoff gesteigert und die Essigbildung geht schneller und kräftiger vor sich, doch ist bei dieser Temperatur ein namhafter Verlust an Alkohol und Essig durch Verdampfen unvermeidlich;

3) gehöriger Luft- oder Sauerstoffzutritt zu der alkoholischen Flüssigkeit und innige Berührung zwischen beiden. Kleinere Massen der geistigen Flüssigkeiten sind zur Essigbildung geeigneter als grössere auf einmal, weil erstere der Luft mehr Berührungspunkte darbieten;

4) das Vorhandensein von Substanzen, welche den Essigbildungsprocess einzuleiten und fortzuführen vermögen; sie sind in ihrer Wirkung den Gährungserregern oder Fermenten an die Seite zu stellen und werden deshalb Essigsäurefermente, saure Fermente genannt. Das beste Ferment ist der Essig, mithin auch alle Körper, welche mit Essig imprägnirt sind, wie der sogenannte Essigschimmel oder Essigpilz (*Mycoderma aceti*); früher glaubte man, dass die Essigmycodermen zu dem Alkohol und dem Essig in derselben Beziehung stehen, wie die Hefe zum Zucker und Alkohol — daher auch der Name Essiggährung, um den Process der Umwandlung der alkoholischen Flüssigkeit in Essig zu bezeichnen — gegenwärtig weiss man aber, dass dies nur insoweit richtig ist, als Essigkahm auf eine alkoholhaltige Flüssigkeit gebracht, wie die Versuche von Pasteur gezeigt haben, ebenso gut wie eine kleine Quantität Essig und die Essigsäurefermente überhaupt bei Luftzutritt die Essigbildung einzuleiten und fortzuführen fähig ist, wie mit Essig getränkte Holzgefässe und Späne; in allen diesen Körpern sind in Oxydation begriffene Proteïnsubstanzen, welche mit alkoholhaltigen Flüssigkeiten zusammengebracht, den Alkohol mit in den Kreis der Oxydation hineinziehen und seine Umwandlung in Essig einleiten. Reine Essigsäure ist daher nicht im Stande, den Essigbildungsprocess hervorzurufen, wol aber der Essig, der neben der Essigsäure stets kleine Mengen der erwähnten Proteïnsubstanzen enthält. Dass es diese letzteren nicht an und für sich sind, sondern nur ein eigenthümlicher und activer Zustand derselben, zeigt das Verhalten des Platinmohrs und des Platinschwammes, welche sofort Alkohol in Essigsäure überführen.

Nach Allem zu schliessen, wird man wol annehmen dürfen, dass durch die Gegenwart der *Mycoderma aceti*, wie durch fein zertheiltes Platin, der Sauerstoff der Luft activ, d. h. in Ozon übergeführt werde und dass nur ozonisirter Sauerstoff fähig sei, aus Alkohol Essig zu bilden. Die Essigsäure ist mithin kein Produkt der Mycoderma, sondern das Produkt eines Oxydationsprocesses. Nach einer Untersuchung von Knieriem und Meyer (1873) dagegen ist die Wirkung der Mycoderma „höchst wahrscheinlich eine physiologische“; in diesem Falle würde die Essiggährung ihrer Ursächlichkeit

nach in allen Stücken als der Alkoholgährung analog aufzufassen sein. Bei der Essigbildung sind *Erscheinungen* wahrzunehmen, deren Beobachtung für die Beurtheilung des Fortschreitens der Umwandelung des Alkohols in Essigsäure von Belang ist, diese Erscheinungen sind theils chemischer, theils physikalischer Natur, theils sind sie auch nur äussere, durch die Veränderung der chemischen Natur der Flüssigkeit bedingte, zu den *chemischen* sind zu rechnen die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffes, ohne dass dabei ein Gas ausgeschieden wird. In dem Grade als die Essigbildung fortschreitet, verliert sich der alkoholische Geruch und Geschmack der Flüssigkeit und macht der bekannten erfrischend-sauren des Essigs Platz. Zu den *physikalischen* Erscheinungen, die während des Verlaufs der Essigbildung auftreten, gehören 1) Zunahme des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit und 2) Erhöhung der Temperatur derselben. Die Erhöhung der Temperatur der Flüssigkeit während der Essigbildung ist eine Folge des Ueberganges des Sauerstoffes aus dem gasförmigen in den tropfbar flüssigen Zustand. Die Temperatur steigt um so höher, je schneller die Aufnahme des Sauerstoffs geschieht. Eine genauere Untersuchung des Verhaltens des Wasserstoffsuperoxydes und anderer ähnlicher ozonhaltiger oder ozonbildender Körper zu Gemischen von Alkohol und Wasser würde ohne Zweifel wesentlich zur Kenntniss der Theorie des Essigbildungsprocesses beitragen und vielleicht einen neuen Weg zur rationellen Darstellung des Essigs eröffnen.

Nach dem verschiedenen Ursprunge unterscheidet man gegenwärtig folgende Essigarten: 1) den Weinessig, welcher aus Wein bereitet wird und ausser der Essigsäure fast alle übrigen Bestandtheile des Weines, namentlich Weinsäure, Bernsteinsäure und gewisse Aetherarten enthält, welche dem Weinessig den charakteristisch angenehmen Geruch ertheilen; 2) den Branntweinessig (Spiritusessig oder künstlichen Weinessig), welcher in der Regel nur aus einem Gemisch von Essigsäure und Wasser und geringen Mengen von Essigäther besteht; 3) den Obstessig, aus dem Aepfel- und Birnenwein dargestellt, enthält neben der Essigsäure noch Aepfelsäure; 4) den Bier-, Malz- oder Getreideessig, welcher aus ungehopfter Bierwürze dargestellt wird und neben der Essigsäure Extractbestandtheile wie Dextrin und phosphorsaure Salze enthält; 5) den Essig aus Zuckerrüben. Die Rüben werden zu einem feinen Brei gerieben und dann gepresst. Den Rübensaft verdünnt man mit Wasser und kocht ihn auf. Nach dem Abkühlen versetzt man ihn mit Hefe und übergiebt ihn zuerst einer alkoholischen, dann einer sauren Gährung. Das zur sauren Gährung dienende Gefäss steht mit einem Ventilator in Verbindung. Durch die Zufuhr eines reichlichen Luftquantums und durch Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur ist in wenigen Tagen der durch Gährung des Saftes entstandene Alkohol mit Hülfe von Essigzusatz zu Essigsäure oxydirt; endlich 6) den aus Holzessig dargestellten Tafelessig.

Die Schnellessigfabrikation gründet sich darauf, dass das in Essig überzuführende Essiggut, gewöhnlich Branntwein, mit der atmosphärischen Luft bei der erforderlichen Temperatur in die innigste Berührung gebracht, oder mit andern Worten, dass die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Verlust ausgeführt werde. Die innige Berührung des Essiggutes mit der Luft wird erreicht 1) durch Vermehrung des Luftzutrittes durch einen continuirlichen Luftstrom, welcher der Richtung des in Tropfen herabrinnenden Essiggutes

entgegengesetzt ist; 2) durch Zertheilung der säuernden Flüssigkeit in Tröpfchen.

Zur Ausführung der Schnellessigfabrikation sind besonders construirte und vorgerichtete Gefässe (Gradirfässer, Essigständer) erforderlich, von welchen man je nach der Stärke des darzustellenden Essigs 2—4 braucht, die zusammen wieder eine Gruppe ausmachen. Ein derartiges Gefäss ist aus starkem eichenen Daubenholz angefertigt, oben offen, 2—4 Meter hoch und 1 bis 1,3 Meter weit. 20—30 Centimeter hoch über dem untern Boden bohrt man in gleichen Entfernungen von einander, im Umkreise des Fasses 6 Löcher — Luftzuglöcher — von etwa 3 Centimeter Durchmesser, so dass die innere Mündung des Bohrloches ein wenig tiefer liegt als die äussere. Etwa $^1/_3$ Meter über dem Boden befindet sich ein falscher Boden, der siebähnlich durchlöchert ist, oder es wird einige Centimeter über den Luftzuglöchern ein Lattenrost eingelegt, auf welchen vorbereitete Buchenholzspäne kommen und den Ständer anfüllen bis etwa 15—20 Centimeter unter dem obern Rand. Vor ihrer Anwendung werden die Späne ausgelaugt; die ausgelaugten Späne werden dann getrocknet. Nachdem die Essigständer mit den trocknen Spänen beschickt worden sind, schreitet man zum Ansäuern derselben. Zu diesem Zwecke giesst man erwärmten Essigsprit über die im Ständer befindlichen Späne. Die angesäuerten Fässer bleiben 24 Stunden bedeckt stehen, damit der Essigdunst das Holz möglichst durchdringe. 18—24 Centimeter unter dem obern Rand befindet sich ein hölzerner Siebboden. Die Löcher dieses Siebbodens sind von der Weite eines Gänsekiels und stehen 3—5 Centimeter von einander ab. Damit das Essiggut durch diese Löcher in dünnen Strahlen über die Späne sich ergiesse, bringt man in die Löcher Bindfäden, die etwa 3 Centimeter unten hervorragen und oben mit einem Knoten versehen sind, mittelst dessen sie in den Bohrlöchern oben aufliegen; diese Fäden schwellen an, verringern dadurch die Oeffnung etwas, saugen durch Capillarität das Essiggut auf und lassen es vom untern Ende auf die Hobelspäne abtropfen. In dem Siebboden befinden sich ferner 5—8 grössere Bohrlöcher von 3—6 Centimeter Weite, welche der durch die Zuglöcher von unten eindringenden im Ständer ihres Sauerstoffs beraubten Luft den Austritt nach oben gestatten; in diese Löcher sind Glasröhren von 10—15 Centimeter Länge befestigt, die etwa 8 Centimeter über dem Siebboden hervorragen und das Abfliessen des Essiggutes verhindern. Der Essigständer wird endlich mit einem gut schliessenden Deckel bedeckt, in dessen Mitte ein rundes Loch ausgeschnitten ist; durch diese Oeffnung wird das Essiggut aufgegossen, tritt ferner die atmosphärische Luft aus. In Folge der Sauerstoffabsorption entwickelt sich im Innern des Essigständers so viel Wärme, dass die Luft darin in fortwährender Strömung von unten nach oben erhalten wird; in dem Grade, als die entsauerstoffte Luft oben austritt, strömt frische Luft durch die Luftzuglöcher nach. Nachdem die Essigständer beschickt und eingesäuert sind, giebt man das vorbereitete Essiggut — am häufigsten Branntwein, seltener Malzauszug, Bier oder Wein — auf. Das aus dem ersten Gradirfasse abfliessende Essiggut kommt in das zweite und fliesst von da, wenn der Alkoholgehalt der säurenden Flüssigkeit 3—4 Proc. nicht überstieg, als fertiger Essig ab. Die in einen Ständer nach unten gelangende Flüssigkeit sammelt sich in dem Raume zwischen dem Boden und dem Lattenroste oder dem falschen Boden an.

Das Essiggut besteht aus 20 Litern Branntwein von 50 Proc. Tr., 40 Litern Essig und 120 Litern Wasser, welchem man zum Zweck der

Nahrung für den Essigpilz einen Auszug von Roggenmehl und Kleie zusetzt. Die Essigstube soll bis auf 20—24° C. erwärmt sein, in den Essigständern steigt sie aber bis auf 36° und darüber, wodurch in Folge von Verdunstung von Alkohol, Aldehyd und Essigsäure ein Verlust stattfindet, welcher etwa $^1/_{10}$ beträgt. Mit Rücksicht auf diesen Verlust kann man annehmen, dass 1 Hektoliter Branntwein von 50 Proc. Tr. (= 42 Proc. dem Gewichte nach) dem Gewichte nach liefert

13	Hektoliter	Essig	von 3	Proc.	Essigsäuregehalt
9,9	„	„	„ 4	„	„
7,9	„	„	„ 5	„	„
6,6	„	„	„ 6	„	„
5,6	„	„	„ 7	„	„
4,9	„	„	„ 8	„	„
4,4	„	„	„ 9	„	„
3,9	„	„	„ 10	„	„

Für den Transport ist es selbstverständlich am vortheilhaftesten, nur den stärksten Essig — Essigsprit — darzustellen und denselben am Orte der Consumtion mit Wasser zu verdünnen.

Der Werth eines Essigs ist, soweit derselbe als Tafelessig Anwendung findet, abhängig von seinem Geschmack und seinem Essigsäuregehalte — seiner Stärke. — Nach seinem Gehalte an Essigsäure schmeckt der Essig mehr oder weniger sauer, zeigt aber nach seiner Abstammung einen bezeichnenden Nebengeschmack. Was die Farbe betrifft, so nimmt er im Allgemeinen die Farbe der Flüssigkeit an, aus welcher er entstanden ist; bei Weinessig ist die Farbe gelb oder röthlich, bei Obstessig blassgelb, Branntweinessig ist farblos. In der Regel wird jedoch letzterer mit Caramel (Zuckercouleur) gefärbt, um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen. Frischer Essig enthält neben kleinen Mengen unveränderten Alkohols häufig auch etwas Aldehyd, eine Substanz, die sich in nicht fertigen Essigen unvollkommener Apparate stets in grösserer Menge findet. Der Gehalt des Essigs an Essigsäure hängt ab von dem Alkoholgehalte des Essiggutes, dann auch von der mehr oder weniger vollständigen Umwandlung des Alkohols. Malzessig enthält 2—5 Proc., Branntweinessig 3—6 Proc., Weinessig 6—8 Proc. Essigsäure. Selbstverständlich ist ein gewisser Essigsäuregehalt nicht wie z. B. der Alkoholgehalt des Weines etwas von der Natur des Essigs Unzertrennliches, weil es ganz vom Belieben des Fabrikanten abhängt, denselben zu erhöhen oder zu erniedrigen. Das specifische Gewicht der Essigsorten variirt von 1,010—1,030; bei gleichem Essigsäuregehalte sind reine Branntweinessige stets specifisch leichter als Essigsorten aus gegohrenen, nicht destillirten Flüssigkeiten erzeugt; ein grösserer Alkoholgehalt macht den Essig leichter, fixe Bestandtheile — gewisse Bestandtheile des Weines, des Malzextractes — machen ihn schwerer.

Essig aus Holzessig*). Bei der trockenen Destillation

*) Smith und Muspratt erhielten aus

1000	Th.	Eichenholz	20	Th.	Essigsäure,
1000	„	Buchenholz	22	„	„
1000	„	Jungeichenholz	36	„	„
1000	„	Weidenholz	9	„	„

des Holzes bleibt ein Theil des Kohlenstoffes als Kohle zurück und der Rest der Holzbestandtheile tritt theils in Gestalt von Gasen und Dämpfen — Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasserstoff, leichten und schweren Kohlenwasserstoffen —, theils in Form condensirbarer Körper auf, welche letztere nach ihrer Verdichtung eine braungefärbte dicke ölige Flüssigkeit und eine wässerige Schicht unter derselben bilden. Die letztere (der Holzessig) besteht wesentlich aus wässeriger unreiner Essigsäure, etwas Propionsäure und Buttersäure, kleinen Mengen von Oxyphensäure (Brenzcatechin) und ausserdem Kreosot und dem alkoholähnlichen Holzgeiste (einem Gemenge von Methylalkohol, Aceton und essigsaurem Methylester), die braune, dickflüssige Substanz, der Holztheer, besteht aus einer Anzahl flüssiger und fester Körper, unter denen neben noch nicht näher untersuchten Brandharzen auch Paraffin, Naphtalin, Kreosot und mehrere flüssige Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol etc. auftreten. Unlängst (1873) ist von C. Liebermann im rohen Holzessig ein neuer Körper, das Hydrocoerulignon entdeckt worden, das beim Behandeln mit Kaliumdichromat eine krystallisirende blaue Substanz, das Coerulignon liefert, welches sich in concentrirter Schwefelsäure mit kornblumblauer Farbe löst.

Der rohe Holzessig, wie er als directes Produkt der Holzschwelerei oder als Nebenprodukt der Holzgasfabrikation auftritt, ist eine dunkelbraune klare Flüssigkeit von säuerlich theer- und rauchartigem Geruch und Geschmack. Man verwendet einen kleinen Theil des rohen Holzessigs zum Conserviren des Fleisches, von Holzwerk, Tauen etc.; der grösste Theil dient theils um verschiedene essigsaure Salze darzustellen, welche in der Färberei und im Zeugdruck in grosser Menge verbraucht werden und dazu schon im unreinen Zustande verwendbar sind wie das holzessigsaure Eisenoxydul und die holzessigsaure Thonerde (Eisen- und Alaunbeize), theils zur Darstellung einer concentrirten Essigsäure (für industrielle Zwecke, z. B. für die Darstellung des Anilins aus Nitrobenzol) und essigsaurer Salze (namentlich Bleizucker), endlich und hauptsächlich zur Fabrikation von Tafelessig, welche indessen mit ökonomischem Vortheil nur in solchen Ländern ausgeführt werden kann, wo, wie in England, die Essigerzeugung aus alkoholischen Flüssigkeiten wegen der hohen Steuer äusserst kostspielig ist.

Unter den Mitteln, den Holzessig zu reinigen, ist das einfachste die Destillation, die man gewöhnlich aus einer kupfernen Blase mit kupfernem Kühlapparate vornimmt. Zuerst geht eine gelblich gefärbte Flüssigkeit — roher Holzspiritus — über, die auf Holzgeist verarbeitet wird. Später wird das Destillat reicher an Essigsäure.

Die angewendeten Methoden, dem Holzessig die letzten Antheile der brenzlichen Stoffe zu entziehen, zerfallen in zwei Abtheilungen, nach

α) der ersten geschieht die Reinigung des Holzessigs ohne Sättigung mit einer Base, nach

β) der zweiten dadurch, dass man ihn in essigsaures Salz verwandelt und daraus durch Destillation mit einer stärkeren Säure die Essigsäure wieder abscheidet.

Zu der *ersten Art* der Reinigung des Holzessigs gehören die Vorschläge, von dem Holzessig, nachdem 10 Proc. abdestillirt und für sich als roher Holzspiritus aufgefangen worden sind, 80 Proc. durch Destillation zu gewinnen, und darin die brenzlichen Stoffe durch Oxydation (durch Ozon oder Chlor) zu zerstören. Die Reinigung des Holzessigs *nach der zweiten Art* ist das gewöhnliche, in den Fabriken angewendete Verfahren. Zunächst wird aus dem Holzessig durch Sättigen mit Kalk und Fällen der Lösung mit Glaubersalz essigsaures Natron dargestellt, dieses Salz wird durch Krystallisation gereinigt und dann im trockenen Zustande so weit erhitzt, dass es selbst nicht zersetzt wird, die beigemengten Brenzstoffe aber verkohlt und unlöslich werden, worauf man das reine Salz durch Auslaugen von den Kohlentheilen trennt und daraus die Essigsäure durch Destillation mit Schwefelsäure wieder abscheidet. Anstatt des essigsauren Natrons wendet man häufig auch das Kalksalz zur Darstellung der Essigsäure aus dem Holzessig an, welches man durch Sättigen des Holzessigs mit Kalk und Abdampfen zur Trockne darstellt. Das trockne Salz wird geröstet, um in gleicher Weise wie bei dem Natronsalze, die brenzlichen Stoffe zu zerstören. Zur Gewinnung der Essigsäure destillirt man mit Salzsäure. Die Destillation kann in einer Blase mit Helm aus Kupfer und einer Kühlröhre aus Blei, Zinn oder Silber vorgenommen werden. Auf 100 Th. essigsauren Kalkes braucht man 90—95 Th. Salzsäure von 20° B. (= 1,16 spec. Gewicht). Der Gebrauch der Salzsäure statt der Schwefelsäure hat den Vortheil, dass eine Verunreinigung des essigsauren Kalkes mit Harzen etc. nichts schadet, wenn nur der essigsaure Kalk bis zur Entfernung aller flüchtigen Substanzen ausgetrocknet worden war. Bei Anwendung von Schwefelsäure erhält man dagegen eine übelriechende Essigsäure, die viel schweflige Säure und ausserdem Zersetzungsprodukte der beigemengten Brandharze enthält.

Holzgeist. Wenn die bei der trocknen Destillation des Holzes erhaltene saure Flüssigkeit im Grossen abdestillirt wird, so geht zu Anfang eine gelbe Flüssigkeit über, welche leichter ist als Wasser und einen ätherartigen, zugleich brenzlichen Geruch hat. Die Flüssigkeit (Holzspiritus) besteht hauptsächlich aus Holzgeist (Methylalkohol CH_4O oder $\left.\begin{matrix}CH_3\\H\end{matrix}\right\}O$), Aceton und essigsaurem Methyl, ausserdem auch noch aus einer Reihe von Körpern (wie das neuerdings darin aufgefundene Methylamin), welche für den vorliegenden Zweck nicht weiter in Betracht kommen. Der Holzgeist wurde 1812 von Taylor entdeckt und lange Zeit als Brennmaterial für Spirituslampen verkauft; erst im Jahre 1822 wurde er von ihm als ein neuer Körper beschrieben. Der Holzgeist im reinen Zustande ist eine farblose Flüssigkeit von 0,814 spec. Gewicht, die bei 66° C. siedet. Er hat grosse Aehnlichkeit mit dem Alkohol, sowol in Bezug auf seine Eigenschaften als seine Zersetzungsprodukte und chemische Constitution, und kann als Brennmaterial für Lampen gebraucht werden, er verdunstet aber rascher und giebt weit weniger Wärme*). Man verwendet ihn ferner zur Schreinerpolitur und

*) 1 Gewichtstheil Alkohol giebt beim Verbrennen zu Kohlensäure und Wasser 7189 W.-E., Holzgeist dagegen nur 5307 W.-E.

zu Harzfirnissen, wozu er jedoch schon ziemlich rein sein muss und wobei eine raschere Verdunstung ein Uebelstand ist. In England soll man ihn auch als berauschendes Mittel versucht haben, ohne dass er Unbequemlichkeiten gemacht habe. Neuerdings verwendet man den Holzgeist in grosser Menge zur Herstellung von Methyljodür und -bromür, dann durch Erhitzen von salzsaurem Anilin und Holzgeist zur Darstellung von Methylanilin, das in der Fabrikation von violetten und blauen Theerfarben Verwendung findet, so dass der Holzgeist eine grosse Bedeutung für die Farbenindustrie erlangt hat und eines der werthvollsten Produkte der Holzdestillation geworden ist; er dient ferner in Form von Methyläther zur Kälte- und Eiserzeugung.

Die Holzconservation.

Reine Holzfaser ist an sich nur sehr wenig der Zerstörung durch die Zeit unterworfen. Wenn dagegen das Holz sich verändert, wenn scheinbar auch keine nachtheiligen Einflüsse vorhanden sind, so ist der Grund dieser Erscheinung in Substanzen zu suchen, welche der reinen Holzfaser fremd sind, dieselbe aber stets begleiten, nämlich in den Saftbestandtheilen, als einer wässerigen Lösung eiweissähnlicher Substanzen. Bei Anwendung des Holzes zu Landbauten, wo es geschützt gegen Hitze und Feuchtigkeit liegt, hat es fast nur einen Feind, den Holzwurm; wo es hingegen feucht liegt, wo kein Luftzug die Anhäufung der Zersetzungsprodukte hindert, gehen die eiweissähnlichen Körper der Saftbestandtheile in Fäulniss über und verändern hierbei die Faser, welche ihren Zusammenhang verliert und zuletzt eine zerreibliche Masse wird. Man nennt diese Zersetzung die Fäulniss, das Vermodern oder Verstocken des Holzes. Hierbei erzeugt sich auf der Oberfläche der sogenannte Schwamm oder Holzschwamm. Diese wuchernden Pilze oder Schwämme (*Boletus destructor, Tetephora domestica* und *Cerulius vastator*) ziehen ihre Nahrung aus dem Holze und können in kurzer Zeit Gebäude vernichten. Diese Schwämme kündigen sich in ihrem Entstehen durch weisse, immer mehr und mehr sich vergrössernde, in ein graues Fasergeflecht übergehende Flecken an; im ausgebildeten Zustande haben sie das Aussehen einer korkähnlichen häutigen Masse, die meist von brauner Farbe ist, widerlich moderig riecht und gesundes Holz ansteckt.

Mehr als auf dem Lande leidet das Holz, das unmittelbar dem Einfluss des Seewassers ausgesetzt ist; hier ist aber der Bohrwurm der gefährlichste Feind. Dieses Thier, aus der Gattung der zweischaligen Weichthiere, bohrt sich in der Jugend mit dem vorn hornartigen Rüssel in das im Meerwasser befindliche Holz (der Pfähle und Schiffe), wächst im Holz, wird bis 40 Centimeter lang, vergrössert die gebohrte Röhre und füttert dieselbe mit Kalk aus.

Die Bohrwürmer stammen aus den Meeren heisser Länder; die bekannteste Art, *Teredo navalis*, greift die unbeschlagenen Schiffe, Holzdämme u. dergl. an, vermag sie ganz zu durchlöchern und grossen Schaden anzurichten.

Die Mittel, welche angewendet worden sind, um die Zerstörung des Holzes zu verhüten, beruhen: 1) auf der möglichsten Entfernung des Wassers aus dem Holze vor seiner Verwendung; 2) auf der Entfernung der Saftbestandtheile; 3) auf der chemischen Veränderung der Saftbestandtheile; 4) auf der Vererzung des Holzes oder der allmäligen Entfernung des Organischen.

1) Ausgetrocknetes Holz erhält sich an einem trocknen Orte lange Zeit unverändert, zumal, wenn es bei starker Wärme bis zum Braunwerden getrocknet worden ist. Wenn das Holz aber einem trocknen Orte übergeben werden soll, muss es vor seiner Verwendung möglichst lufttrocken und sodann mit einer Substanz überzogen worden sein, die das Eindringen der Feuchtigkeit in das Holz verhindert. In dieser Weise wirken Firniss, Holz- und Steinkohlentheer.

Geht man von der Ansicht aus, dass die Absorption von Feuchtigkeit und zerstörenden Agentien bei dem Holze stets von dem Hirn ausgehe, so liegt es nahe, die an der Hirnseite des Holzes mündenden Gefässe zu verstopfen. Man taucht zu dem Ende das entsprechende Ende des Holzstückes (der Eisenbahnschwelle) in einen Kohlenwasserstoff, z. B. in Schieferöl, Petroleum, Benzol u. s. w. und zündet dieses an. Nach dem Verlöschen der Flamme taucht man das Ende 3—6 Centimeter tief in eine Mischung von Pech und Theer und theert dann das Ganze wie gewöhnlich. Man schlug ferner zum Tränken des Holzes Torf- oder Braunkohlenkreosot und Paraffin vor. Das Kreosotiren von Grubenhölzern ist seiner Feuergefährlichkeit wegen in Preussen von der Behörde untersagt.

2) Die Saftbestandtheile bedingen hauptsächlich die Fäulniss des Holzes und müssen vor der Verarbeitung aus dem Holze entfernt werden. In dieser Beziehung kann schon beim Fällen des Holzes viel gewirkt werden. Damit das Holz die geringste Menge Saft enthalte, muss es in den Wintermonaten, spätestens im März gefällt werden. Bleiben die gefällten Stämme unentzweigt auf dem Platze liegen, so schlagen sie im Frühjahr aus, und der grösste Theil der Saftbestandtheile des Holzes dient zur Vegetation der Blätter. Es ist demnach zweckmässig, die Stämme erst nach dem Abwelken des Gipfels wegzufahren und dann wie gewöhnlich zu trocknen. Das Auslaugen des Holzes zur Entfernung der Saftbestandtheile wird vorgenommen, indem man das Holz in siedendes Wasser legt und längere Zeit darin liegen lässt, oder es mit Wasser auskocht, oder es in einen dicht zu verschliessenden Kasten bringt, in welchen man einen Strom Wasserdampf leitet. Mit den Dämpfen wird zweckmässig das Theeren des Holzes verbunden, indem man gegen das Ende der Operation zu dem Wasser im Dampfkessel Steinkohlentheer fügt, dessen Dämpfe mit denen des Wassers zugleich in das Holz gelangen. In allen Fällen wird das Holz nachher getrocknet.

3) Durch die chemische Veränderung sucht man die Saftbestandtheile in einen Zustand überzuführen, in welchem sie nicht mehr faulen können. Zu diesem Zwecke sucht man die Oberfläche des Holzes als desjenigen Theiles, der zunächst der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu verkohlen oder was dasselbe bewirkt, mit concentrirter Schwefelsäure zu bestreichen. Die Ankohlung oder Carbonisation des Holzes ist seit 1866 auf den Werften der

Marine zu Cherbourg, neuerdings auch in Pola und Danzig eingeführt. Man verkohlt mit comprimirtem Leuchtgas. Die Ankohlung des Holzes als Präservirungsmittel hat vielfache Vertheidiger, aber auch heftige Gegner gefunden. Bei einer anderen Klasse von Mitteln wird das Holz seiner ganzen Masse nach mit gewissen Stoffen imprägnirt, die sich entweder mit den Saftbestandtheilen verbinden, oder dieselben in einer Weise verändern, so dass sie nicht mehr der Fäulniss fähig sind. Hierzu verwendet man kreosothaltige Flüssigkeiten, wie man sie bei der trocknen Destillation des Holzes, des Torfes, der Braunkohlen und der Steinkohlen erhält. Ein sehr kräftiges Conservationsmittel ist auch das holzessigsaure Zinkoxyd.

Für Eisenbahnschwellen ist am geeignetsten eine Lösung von Kupfervitriol oder eine Lösung von Chlorzink oder endlich eine Lösung von Quecksilberchlorid. Ihre Wirksamkeit scheint sich dadurch zu erklären, dass sich im Innern des Holzes durch Ausscheidung von basischem Salz und durch Verbindung der Bestandtheile des Metallsalzes mit Harz, mit Gerbstoff etc. unlösliche, die Holzfaser einhüllende Verbindungen bilden.

Um das Holz vollständig und bis in das Innere der Faser mit solchen Stoffen zu imprägniren, welche das Holz vor der Zerstörung schützen, und es überhaupt dauerhafter und cohärenter zu machen, als es durch blosses Eintauchen in die Lösung geschehen kann, benutzt Boucherie die Kraft, mit welcher der Holzsaft in einem Baume von der Wurzel in alle Theile des Baumes getrieben wird. Wenn man einen Baum fällt und mit dem unteren Ende in eine Lösung des Salzes stellt, so ist nach einigen Tagen das Gewebe bis auf das Mark von dem Salz durchdrungen. Durch Anwendung verschiedener Salze kann das Holz gefärbt werden. So lässt sich dasselbe blau färben, wenn es zuerst in eine Eisenlösung und dann in Blutlaugensalz gebracht wird. — Später hat man versucht, die gefällten Hölzer aufrecht zu stellen, und durch aufgesetzte trichterartige Säcke von getheerter oder mit Kautschuk überzogener Leinwand die Salzlösung hineinzugiessen, welche durch hydrostatischen Druck den Saft verdrängt und dessen Platz einnimmt. Jüngst hat man die Hölzer behufs ihrer Conservation mit Paraffin (in flüssigen Kohlenwasserstoffen gelöst) zu imprägniren in Vorschlag gebracht.

4) Apelt's Methode der Holzconservation beruht auf einer Vererzung des Holzes oder einer allmäligen Entfernung des Organischen. Es geschieht diese sogenannte Vererzung des Holzes durch Zusammenbringen desselben mit einer Kohle, die viel Strahlkies enthält, welcher durch Verwitterung in schwefelsaures Eisenoxydul übergegangen ist. In Folge der Eigenschaften der Kohle, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen, sowie durch den auffallenden Regen löst sich der in der Kohle enthaltene Eisenvitriol auf, dringt allmälig und langsam in das Holz ein und imprägnirt dasselbe, wodurch mit der Zeit durch Bildung von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd eine Vererzung des Holzes erreicht wird. Ob, abgerechnet von der Wohlfeilheit, die natürliche Imprägnation in der That Vorzüge vor der künstlichen mit Eisenvitriol habe, müssen erst Versuche lehren. Ferner neigt man sich in neuerer Zeit immer mehr der Ansicht zu, dass die Eisenverbindungen zum Imprägniren des Holzes nicht mehr anzuwenden seien, da das Eisenoxyd schon für sich zerstörend auf die Holzfaser einwirkt.

Meist handelt es sich bei der Conservation des Holzes um Eisenbahnschwellen. Es dürfte deshalb wol nicht am unrechten Orte sein, das von Busse in Leipzig vorgeschlagene Ersatzmittel für das Holz das Terresin

zu erwähnen, das aus Steinkohlentheer, Kalk, Schwefel und grobem Kalk besteht. Es giebt in Bezug auf Tauglichkeit der Asphaltmasse nichts nach und wird zur Pflasterung, zum Dachdecken, vorzüglich aber zur Anfertigung von Eisenbahnschwellen benutzt.

Der Tabak.

Das zur Fabrikation von Rauch-, Schnupf- und Kautabak angewendete Material kommt von verschiedenen einjährigen Pflanzen aus dem Geschlecht Nicotiana, der Familie der Solaneen angehörig, die noch bis zum 52° nördlicher Breite cultivirt werden, ursprünglich aber in den warmen Erdstrichen einheimisch sind. Die besten Tabaksorten sind die amerikanischen, namentlich die aus den südlichen Staaten Nordamerikas, Maryland, Virginien u. a., aus Varinas in dem Staate Orinoko, aus der Havanna auf Cuba, von Portorico u. s. w. Von den europäischen Tabaksorten sind zu erwähnen die holländischen, ungarischen, türkischen, französischen und Pfälzer Tabake.

In Europa cultivirt man drei botanisch von einander verschiedene Arten des Tabaks. Sie sind: 1) der gemeine oder virginische Tabak *(Nicotiana tabacum)*, mit grossen lanzettförmigen Blättern, 2) der Marylandtabak *(Nicotiana macrophylla)*, mit breiteren und nicht so zugespitzten Blättern wie die des gemeinen Tabaks; 3) der Bauerntabak *(Nicotiana rustica)* zeichnet sich durch seine eirunden, mit längerem Stiele versehenen Blätter von jeder andern Art aus. Die Güte des Tabaks ist abhängig vom Klima, von der Beschaffenheit des Bodens und des Samens, das Gedeihen der Pflanzen von der Lage der Felder etc. Nächst dem Weinstock giebt es wol kein Bodenerzeugniss, bei welchem der Einfluss der Cultur ein so ganz enormer ist wie beim Tabaksbau.

Unter den Bestandtheilen der Tabakblätter finden sich als charakteristische zwei, nämlich das Nicotianin und das Nicotin. Das Nicotianin oder Tabakskampher ist eine cholestearinähnliche Substanz, welche den angenehmen Geruch des Tabakdampfes und einen bittern, aromatischen Geschmack besitzt. Dieser Körper ist noch unvollständig untersucht. Der Ansicht der Tabakfabrikanten zufolge ist diejenige Tabaksorte die vorzüglichste, welche das meiste Nicotianin enthält. Das Nicotin $C_{10}H_{14}N_2$ ist eine organische Base und erscheint im reinen Zustande als farbloses Oel von betäubendem Tabakgeruch und ätzendem Geschmack, das sich in Wasser, Weingeist, Aether und Oelen auflöst. Es ist, schon in kleiner Gabe eingenommen, ein tödtliches Gift. Die Quantität des Nicotins in den Tabakblättern scheint zu der Qualität in keinerlei Beziehung zu stehen. Es enthalten 100 Th. trockner entrippter Tabak 1,8 bis 7,9 Proc. Nicotin. (Trockner Schnupftabak enthält ungefähr 2 Proc. Nicotin, durchschnittlich im nicht getrockneten Zustande 33 Proc. Wasser, was den Nicotingehalt auf 1,36 Proc. herabdrückt.) Das Nicotin ist in dem Tabak in Form eines Salzes enthalten. Ausser

diesen Stoffen enthalten die Tabakblätter organische Säure (Aepfelsäure), eiweissartige Bestandtheile, Holzfaser, Gummi, Harz. Die Tabakblätter sind sehr reich an mineralischen Bestandtheilen; die Quantität derselben beträgt 19—27 Proc. vom Gewicht der trocknen Blätter. 100 Th. Tabakasche enthalten 26,96 Kali.

Man verlangt von einem guten Rauchtabak, dass sein Rauch einen angenehmen Geruch besitze und nicht knellere, auf der Zunge kein beissendes Gefühl hervorbringe, endlich nicht zu stark sei. Das frische getrocknete Tabaksblatt kann diesen Anforderungen nicht genügen, da es reich an eiweisshaltigen Bestandtheilen ist, die beim Brennen einen widrigen Geruch nach verbranntem Horn erzeugen, da ferner der grosse Gehalt an Nicotin Unbehaglichkeiten beim Rauchen hervorrufen würde. Der Zweck der Zubereitung der Tabakblätter ist demnach, die eiweisshaltigen Stoffe zu zerstören, den grossen Nicotingehalt herabzudrücken, das Parfüm des Tabaks zu entwickeln, und endlich den Blättern die zur Benutzung als Rauch- und Schnupftabak geeignete Form zu geben. Das Wesentliche bei der Zubereitung der Tabaksblätter ist eine bei 35° vor sich gehende Gährung, durch welche die im feuchten Zustande auf Haufen geschlagenen Blätter den grössten Theil der eiweissartigen Bestandtheile verlieren, dagegen durch die Gährung entwickelte riechende Stoffe aufnehmen. Der Fabrikant kommt dem Gährungsprocess durch die sogenannte Sauce zu Hülfe, mit welchem Namen das Befeuchtungswasser der Blätter bezeichnet wird. Bei der Ernte des Tabaks legt man die Blätter zu 10—12 Stück übereinander, die Blätterhaufen werden an einen trocknen Ort gebracht, mit einem Tuch bedeckt und so lange liegen gelassen, bis sie anfangen zu schwitzen. Sodann hängt man die einzelnen Blätter zum Trocknen an Schnüren auf, wickelt dann um ungefähr 30 Blätter ein Blatt, um eine sogenannte Docke zu erhalten, und presst den Tabak in dieser Gestalt in grosse Fässer, in welchen sie sich etwas erwärmen. Darauf besprengt man die Blätter mit Salzwasser, und lässt sie, auf einander gelegt, bis zur Erwärmung liegen. Das Besprengen und Hinlegen wird so lange wiederholt, als der Tabak sich noch merklich erwärmt. Man trocknet ihn nun vollständig an der Luft, und presst ihn nicht selten auf mehrere Jahre in Fässer ein. Behufs der Rauchtabakfabrikation werden die Blätter sortirt, d. h. diejenigen Blätter zusammengebracht, die gleiche Farbe und gleiche Dicke haben. Nach dem Sortiren werden die dickeren Rippen ausgeschnitten (die Blätter entrippt), weil dieselben als wesentlich aus Holzfaser bestehend, beim Rauchen Holzrauch entwickeln würden. Sodann werden die Blätter saucirt oder gebeizt, d. h. mit einer besonders zubereiteten Sauce getränkt, die wesentlich aus Salzen (Kochsalz, Salpeter, Salmiak, salpetersaurem Ammoniak), zuckerhaltigen, weingeistigen und organisch-sauren, sowie gewürzhaften Substanzen besteht. Die Salze dienen zur Beförderung der Haltbarkeit und des langsameren Verbrennens, die übrigen Körper hauptsächlich zur Bildung jener angenehm riechenden Aether, die nicht unpassend mit der Blume des Weins verglichen worden sind. Die saucirten Blätter lässt man in Fässern gähren, sodann bei mässiger Wärme auf Horden trocknen und auf der Schneidemaschine zerschneiden. Der unzerschnittene gesponnene Tabak führt den Namen Rollentabak. Eine sehr beliebte Form des Rauchtabaks ist die Cigarre, die aus der Einlage und dem Deckblatt besteht. Die Eigenschaft der Cigarren, durch das Ablagern an Güte zu gewinnen, scheint nicht sowol auf dem vollständigeren Austrocknen, als vielmehr auf einer Art

Nachgährung zu beruhen, durch welche die Güte beeinträchtigende Substanzen zerstört und andere vortheilhaft einwirkende gebildet werden.

Die Blätter zur Fabrikation des Schnupftabaks werden auf ähnliche Weise sortirt und saucirt wie die zu Rauchtabak. Zur Bereitung der Sauce wendet man vorzugsweise Ammoniaksalze und aromatische Körper an. Die saucirten Blätter werden, nachdem sie eine erste Gährung durchgemacht haben, zu Carotten zusammengeschnürt und diese dann gemahlen (rappirt). Der rappirte Tabak wird gesiebt und dadurch in gröbere und feinere Sorten gebracht. Nach dem Sieben wird er angefeuchtet und häufig noch einer zweiten Gährung unterworfen. Im Schnupftabak ist das Nicotin theils frei, theils als neutrales oder basisches (wahrscheinlich essigsaures) Salz vorhanden; das Ammoniak ist darin ebenfalls an eine Säure gebunden; beiden Salzen verdankt der Schnupftabak seine reizende Wirkung auf die Nasenschleimhaut. Der Zweck der Gährung in der Schnupftabaksfabrikation scheint zu sein 1) die Bildung eines Fermentols oder einer Aetherart, welcher der Schnupftabak sein Aroma verdankt; 2) die Vernichtung eines Theiles ($^2/_3$) des Nicotins des Tabaks, ohne welche der Schnupftabak eine zu energische Wirkung auf den Organismus ausüben würde; 3) das Hervorrufen der alkalischen Beschaffenheit, bedingt durch die theilweise Zersetzung der organischen Säuren des Tabaks; 4) die Entwickelung des specifischen Tabakgeruches durch sich bildende Dämpfe von kohlensaurem Ammoniak (und wahrscheinlich Ammoniakbasen wie Aethylamin) und Nicotin; 5) die Umwandlung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Tabaks in Ammoniak, wodurch der Verlust an Ammoniak durch Verflüchtigung desselben ausgeglichen wird, und in schwarze Substanzen (Humuskörper), welchen der Schnupftabak seine dunkelbraune Farbe verdankt.

Aus dem Tabakzoll und der Tabaksteuer betrug die Einnahme des Zollvereins in den Jahren 1869—72 durchschnittlich nur

930,000	Mark	aus der Steuer,
9,000,000	„	„ dem Zoll,
9,930,000	Mark.	

Technische Anwendung der ätherischen Oele und Harze.

Die ätherischen Oele und Harze kommen meist fertig gebildet in der Natur vor. Die ersteren ertheilen den Pflanzen den ihnen eigenthümlichen Geruch. Das ätherische Oel findet sich in den Pflanzen in Zellen eingeschlossen, daher kommt es, dass der Geruch nach dem Zerquetschen der Pflanze deutlicher hervortritt. Zwischen den Fingern fühlen sie sich nicht fettig wie die fetten Oele, sondern rauh an. Eine grosse Anzahl ätherischer Oele hat die Eigenschaft, aus einer ammoniakalischen Silberlösung das Silber als einen Silberspiegel abzuscheiden, daher früher ihre Anwendung zur Spiegelversilberung. Die ätherischen Oele werden auf verschiedene Weise, meist aber dadurch erhalten, dass man die betreffenden Pflanzentheile mit Wasser destillirt. Obgleich der Siedepunkt dieser Oele weit

über dem Wasser liegt, so wird doch durch die Wasserdämpfe das ätherische Oel mit fortgerissen. Oele mit sehr hohem Siedepunkte pflegt man mit Kochsalz durch Destillation aus den Pflanzentheilen abzuscheiden. Auf diese Weise gewinnt man das Anis-, Kamillen-, Kümmel-, Lavendel-, Pfeffermünz-, Nelken-, Zimmt-, Rosmarinöl etc. Das Terpentinöl wird durch Destillation des Terpentins mit Wasser gewonnen.

Einige ätherische Oele, die in den betreffenden Pflanzentheilen in grossen Mengen enthalten sind, stellt man durch Auspressen dar, dies ist der Fall bei dem Citronen-, Bergamott-, Pomeranzen- und Apfelsinenöl. Während die meisten ätherischen Oele schon durch den Vegetationsprocess entstanden sind, giebt es einige, die sich aus den Pflanzentheilen erst bei der Berührung und Destillation mit Wasser bilden. Zu diesen gehört das Bittermandelöl, das sich unter dem Einflusse des Wassers aus dem Amygdalin unter Mitwirkung einer eiweissartigen Substanz, der Synaptase oder des Emulsins bildet, ferner das Senföl, das man auch durch Destillation von Jodpropyl mit Schwefelcyankalium künstlich darstellt u. s. w. Gewisse ätherische Oele, die nur in sehr geringer Menge vorhanden sind, zieht man durch Digestion der Vegetabilien mit fettem Oele aus; auf diese Weise extrahirt man Jasmin, Veilchen, Hyacinthen u. s. w. Die ätherischen Oele sind in Wasser etwas löslich; solche Lösungen bilden die destillirten Wässer der Pharmaceuten; einige derselben, wie das Orangenblütenwasser (*Eau de fleurs d'oranger*) und das Bittermandelwasser finden ausserdem in der Parfümerie und in der Kochkunst Anwendung. Die ätherischen Oele sind in Alkohol löslich und zwar in um so grösserer Menge, je mehr das Oel Sauerstoff enthält. Auf dieser Eigenschaft beruht ihre Anwendung in der Parfümerie und in der Liqueurfabrikation.

Die Parfümerie beschäftigt sich mit der Darstellung von riechenden Wässern, Duftextracten, der parfümirten Fette u. s. w. Die riechenden Wässer bestehen aus einer Lösung verschiedener ätherischer Oele in Alkohol. Der dazu angewendete Alkohol muss fuselfrei und ohne allen fremden Beigeruch, die ätherischen Oele von bester Qualität sein. Es ist am passendsten, die Oele nur in dem Alkohol zu lösen und die Lösung monatelang vor dem Gebrauche lagern zu lassen. Die früher gebräuchliche Destillation ist nicht nur nicht nothwendig, sondern auch sogar nachtheilig, da des höheren Siedepunktes wegen ein Theil der ätherischen Oele in der Destillirblase zurückbleibt. Die *Eau de mille fleurs* wird dargestellt durch Auflösen von 60 Gr. Perubalsam, 120 Gr. Bergamottöl, 60 Gr. Nelkenöl, 15 Gr. Neroliöl, 15 Gr. Thymianöl in 9 Liter Alkohol und Zusatz von 4 Liter Orangenblütenwasser und 120 Gr. Moschustinctur, die man durch Digestion von 15 Gr. Zibeth und 75 Gr. Moschus mit 2 Liter Alkohol dargestellt hat. — *Eau de Cologne* erhält man durch Auflösen von 32 Gr. Orangeschalenöl, einer gleichen Menge Bergamottöl, Citronenöl, *Essence de Limette*, *Essence de petits grains* 16 Gr., *Essence de Cedro*, einer gleichen Menge *Essence de Cedrat*, *Essence de Portugal*, 8 Gr. Neroliöl und 4 Gr. Rosmarinöl in 6 Litern Alkohol. Die Duftextracte werden meist durch Ausziehen der vorher mit den Düften frischer Blumen beladenen fetten Oele und Fette mit Alkohol dargestellt. — In der neueren Zeit hat man auch

künstlich dargestellte Verbindungen in der Parfümerie angewendet, so eine alkoholische Lösung von essigsaurem Amyloxyd unter dem Namen Birnöl, valeriansaures Amyloxyd als Aepfelöl, buttersaures Amyloxyd als Ananasöl, pelargonsauren Aether als Quittenöl, korksauren Aether als Maulbeeressenz. Als Niobe-Essenz stellte Dusart benzoësauren Methyläther dar. Als künstliches Bittermandelöl kommt Nitrobenzol, gemengt mit Nitrotoluol vor, das im minder reinen Zustande als Mirbanöl bezeichnet und in grosser Menge zu Zwecken der Parfümerie, in noch grösserer aber als Material der Anilinbereitung dargestellt wird. — Die parfümirten Fette (Pommaden) erhält man in der feineren Parfümerie entweder durch Infusion, indem man die Blüten mit warmem fetten Oel oder Fett von etwa 65° digerirt, oder durch kalte Parfümirung des Fettes durch Schichtung desselben mit den Blüten (*enfleurage*). Häufig stellt man sie auch aus Rindsmark oder aus Schweinefett dar, indem man dieselben schmilzt und während des Erkaltens einige Tropfen des ätherischen Oeles hinzurührt. In neuerer Zeit bedient man sich zur Enfleurage solcher Gerüche, die nicht in Form von ätherischen Oelen auftreten können wie der Reseda, der Veilchen und der Tuberosen des Paraffins, welches den aufgenommenen Wohlgeruch leicht und vollständig an Alkohol abgiebt.

Der Zweck der Liqueurfabrikation ist, Branntwein durch Zusatz von Zucker oder Glycerin und aromatischen Körpern in ein dem Gaumen angenehmeres Getränk zu verwandeln. Man unterscheidet feine Liqueure (Rosoglio) und ordinäre (Aquavite), je nachdem zu ihrer Herstellung vorzüglich reine Materialien angewendet worden sind oder nicht. Die mit viel Zucker versetzten ölartigen Liqueure heissen Crêmes, die mit ausgepressten Fruchtsäften, Zucker und Weingeist dargestellten Ratafia. Die Basis der Liqueurfabrikation ist ein völlig fuselfreier Weingeist oder Branntwein; die Vegetabilien, welche man zur Darstellung der Liqueure benutzt, lassen sich in drei Abtheilungen bringen. Die erste Abtheilung umfasst Pflanzensubstanzen, die nur wegen ihres Gehaltes an ätherischem Oele Anwendung finden wie Kümmel- und Anissamen, Wachholderbeeren, Pfeffermünze, Citronenschalen, Orangeblüten und bittere Mandeln. Ueber diese Substanzen wird der Branntwein abdestillirt. Meist wendet man indessen jetzt, anstatt den Branntwein zu destilliren, Lösungen der käuflichen ätherischen Oele (Kümmelöl, Anisöl etc.) in Weingeist an und nennt das letztere Verfahren die Fabrikation auf kaltem Wege. Die zweite Abtheilung enthält diejenigen Vegetabilien, die sowol wegen des ätherischen Oeles, als auch wegen ihres Gehaltes an bitteren aromatischen Stoffen Anwendung finden, es sind dies z. B. die Wurzeln des Calmus, Enzian, Zittwer, Orangenschalen, unreife Pomeranzen, Wermuth, Nelken, Zimmt, Vanille. Diese Pflanzensubstanzen werden mit Branntwein oder Spiritus übergossen entweder in der Kälte macerirt oder bei 50—60° digerirt (aber nicht destillirt). Der Auszug führt den Namen Tinctur. Die dritte Abtheilung umfasst diejenigen Früchte, deren Saft zur Fabrikatiou der Ratafia Anwendung findet, hierzu gehören Kirschen, Ananas, Erdbeeren, Himbeeren u. s. w. Der Saft dieser Früchte wird mit Spiritus versetzt und versüsst. — Zum Versüssen der Liqueure wendet man eine Auflösung von 4 Pfund Zucker in 1 Liter Wasser, die vorher aufgekocht und mit Eiweiss geklärt worden ist, an. Es ist rathsam, die Zuckerlösung siedend mit der weingeistigen Flüssigkeit zu mischen. Der Procentgehalt an Alkohol, den man den Liqueuren giebt, ist 46 bis

50 Proc. Um die Liqueure für das Auge angenehm zu machen, ertheilt man ihnen häufig eine Färbung, und zwar roth durch Sandelholz und Cochenille oder durch arsenfreies Anilinroth, gelb durch Safflor, Ringelblumen und Curcuma, blau durch Indigtinctur, grün durch Mischen von gelb und blau, violett durch roth und etwas blau. Die durch Digestion dargestellten Liqueure färbt man zuweilen durch gebrannten Zucker (Caramel) dunkler braun. Die Crêmes enthalten auf 1 Liter Flüssigkeit etwa 1 Pfund Zucker oder eine entsprechende Menge von Glycerin. Als Beispiel sei angeführt der Maraschino (4 L. Himbeerwasser, $1^3/_4$ L. Orangenblütwasser, $1^1/_2$ L. Kirschwasser, 18 Pfund Zucker, 9 L. Weingeist von 89—90 Proc.). Die Liqueure sind den Crêmes sehr ähnlich, enthalten aber etwas weniger Zucker; Englisch Bitter (80 Grm. das Gelbe der Pomeranzenschalen, 90 Grm. Chinarinde, 90 Grm. Enzian, 120 Grm. Cardobenedictenkraut, 120 Grm. Tausendgüldenkraut, 120 Grm. Wermuth, 60 Grm. Veilchenwurzel mit 54 Liter Branntwein von 50 Proc. digerirt, die Tinctur versetzt mit 12 Pfund Zucker); Kirschen (20 L. Kirschsaft, 20 L. Spiritus von 85 Proc., 30 Pfd. Zucker); gewöhnlich setzt man noch 4—8 L. Bittermandelwasser hinzu; Pfeffermünze (45 Grm. Pfeffermünzöl aufgelöst in 1 L. Spiritus von 80 Proc., die Lösung gesetzt zu 54 L. Spiritus von 72 Proc., versüsst mit 60 Pfd. Zucker, der aufgelöst worden in 26 L. Wasser; wird durch Indigtinctur und Curcuma grün gefärbt). Iva ist ein durch Digestion der in Oberengadin wachsenden *Achillea moschata* mit Branntwein erhaltener Liqueur, der Absinth eine Lösung von Wermuth- und Anisöl in schwachem Alkohol.

Harze. Die ätherischen Oele haben die Eigenschaft, sich an der Luft, oder auch in der Pflanze selbst zu verdicken und dadurch in eine neue Substanz überzugehen, welche man Harz nennt. Man findet die Harze im Pflanzenreiche sehr häufig. Einige derselben, wie das Harz der Coniferen, fliessen in Verbindung mit dem ätherischen Oele von selbst aus und erhärten an der Luft. Andere Harze stellt man durch Ausziehen der betreffenden Pflanzentheile mit Alkohol und Verdampfen des Auszugs zur Trockne, oder durch Fällen des alkoholischen Auszugs mit Wasser dar. Man theilt die Harze ein in Weichharze oder Balsame und in die Hartharze. Die Weichharze sind Lösungen der Harze in ätherischen Oelen, zu ihnen rechnet man den Terpentin, den Perubalsam; zu den Hartharzen den Bernstein, das Anime, den Copal, das Dammarharz, den Mastix, den Schellack, die Benzoë und den Asphalt. An die Harze schliessen sich die Schleimharze an, welche in Folge von Einschnitten als dicke milchige Säfte aus den Pflanzen ausfliessen; sie sind meist von sehr starkem Geruch und unterscheiden sich von den Harzen dadurch, dass sie, mit Wasser zusammengerieben, eine trübe milchige Flüssigkeit geben. Zu den Schleimharzen gehören die Asa foetida, das Gummi-Guttä etc.,

den Beschluss dieser Klasse von Körpern machen das Kautschuk und die Gutta-Pertja.

Das Siegellack besteht wesentlich aus Schellack, zu welchem man etwas Terpentin gesetzt hat, um ihn schmelzbarer und weniger zerbrechlich zu machen. Zu dem rothen und wenig gefärbten Siegellacke wendet man möglichst farbloses Gummilack an, während man zu den dunklen und schwarzen Sorten des Siegellacks das gefärbteste Gummilack setzt. Ausser dem Schellack und dem Terpentin gehört zur Zusammensetzung der Siegellacke noch ein Zusatz von erdigen Körpern, welcher nicht nur das Gewicht der Masse vermehren soll, sondern auch den Zweck hat, dem zu schnellen Abtropfen und Rinnen des Siegellacks Einhalt zu thun. Man nimmt Kreide, Magnesia, gebrannten Gyps, Zinkweiss, neuerdings auch Barytweiss, Porcellanerde und Infusorienerde. Um fugenfreies rothes Siegellack darzustellen, schmilzt man in einer eisernen Pfanne 4 Th. Gummilack über gelindem Kohlenfeuer und setzt dann 1 Th. venetianischen Terpentin und 3 Th. Zinnober unter fortwährendem Umrühren hinzu. Wenn die Masse abgekühlt ist, so rollt man sie auf einer Marmortafel zu Rollen aus oder giesst sie in Messingformen. Einige Sorten Siegellack pflegt man zuweilen mit Benzoë, Storax oder Tolu- oder Perubalsam wohlriechend zu machen. Die verschieden gefärbten Sorten stellt man dar, indem man den Zinnober durch Kobaltultramarin, chromsaures Bleioxyd, gebranntes Elfenbein u. s. w. ersetzt. Die marmorirten Lacke werden durch Malaxiren verschiedenartig gefärbter Massen erzeugt. Zu den geringeren Siegellacksorten und zu dem sogenannten Packlack nimmt man anstatt des Zinnobers Mennige und zuweilen auch rothes Eisenoxyd; das Gummilack wird bei diesen Sorten durch ein Gemenge von Colophonium und gepulvertem Gyps oder Kreide ersetzt.

Asphalt (Bergtheer, Judenpech)*) ist ein schwarzes glänzendes, zerbrechliches Harz, das wahrscheinlich durch allmälige Oxydation von Erdöl entstanden ist und in grosser Menge auf der Insel Trinidad an der Nordküste von Südamerika, vor der Mündung des Orinoco, auf dem todten Meere schwimmend, ferner als Asphaltstein (mit Bergtheer imprägnirter Kalkstein) in Frankreich, in der Schweiz, zu Holzen in Braunschweig, zu Seefeld in Nordtyrol u. s. w. gefunden wird. Es löst sich wenig in Alkohol, leicht in Steinöl, Terpentinöl, Benzol und Photogen. Man benutzt es zu schwarzem Lack, zum Aetzgrund für Kupferstecher, als dunkelbraune Lasurfarbe in der Oelmalerei etc. Man verwendet den Asphalt ferner mit Kalk und Sand gemischt zur Pflasterung, deren Dauerhaftigkeit und Vorzüge sich darauf gründen, dass die Masse ungeachtet der grossen Entzündlichkeit des Asphalts wegen des Zuschlags bei Feuersbrünsten nicht anbrennt, und dass dieselbe durch den Zuschlag hinreichend elastisch ist, um sich bei starker Hitze auszudehnen und bei starker Kälte wieder zusammenziehen zu können, ohne zu springen. Zur Asphaltpflasterung nimmt man Erdharzkitt von Seyssel; zur Darstellung desselben brennt man den rohen Asphaltstein in Blechtrommeln oder in Pfannen zu Staub und mengt das Pulver mit Sand, dass auf 30—40 Proc. Kalk in der Mischung 20 bis 40 Proc. Asphalt kommen. Vor

*) Vergl. L. Meyn, Der Asphalt und seine Bedeutung für den Strassenbau grosser Städte. Halle 1872.

der Anwendung wird die Masse geschmolzen und auf die Stelle, die gepflastert werden soll, ausgegossen, mit einer eisernen Schiene geebnet, mit heissem Sande überstreut und mittelst eines Brettes eben geschlagen. Gegenwärtig wird der grösste Theil des Asphalts oder Asphaltpeches, der in der Firniss- und Lackbereitung Anwendung findet, durch Eindicken des Theeres der Gasfabriken erhalten.

Das Kautschuk (Federharz, Gummi elasticum) wird in den Milchsäften vieler Pflanzen, namentlich der Artocarpeen, Euphorbiaceen und Apocyneen angetroffen. In grösserer Menge findet es sich im Milchsafte der *Siphonia cahuchu,* woraus man es in Südamerika darstellt. Das ostindische wird von *Urceola elastica* erhalten. Ausserdem findet es sich noch in *Ficus religiosa* und *F. indica.* Man gewinnt das Kautschuk, indem man Einschnitte in die Bäume macht und mit dem ausfliessenden rahmähnlichen zähen Milchsaft wiederholt Thonfiguren überzieht. Nachdem der Saft an der Sonne oder über Feuer getrocknet worden ist, wird der Thon durch Klopfen oder durch Aufweichen in Wasser entfernt. Das zurückbleibende Kautschuk hat die Gestalt der Thonform, meist die von Flaschen oder Beuteln, häufig auch die von Platten. Letztere führen den Namen Gummispeck. Das Kautschuk ist im zusammenhängenden Zustande durchsichtig, in dünnen Lagen weiss, in dicken etwas gelblich. Es ist vollkommen elastisch. In der Kälte wird es fest und ist dann schwierig biegsam, aber nicht spröde. Sein spec. Gewicht ist 0,925. Durch heisses Wasser und durch Wasserdampf wird das Kautschuk weiss, ausserdem aber nicht verändert. In Weingeist ist es unlöslich. Beim Erwärmen wird das Kautschuk weicher, schmilzt bei ungefähr 200° zu einer schmierigen Masse, die nach dem Erkalten nicht wieder fest wird. Bei Zutritt der Luft erhitzt, brennt es mit leuchtender und russender Flamme. Im erwärmten Zustande lässt sich das Kautschuk mit Schwefel und anderen Körpern zusammenkneten, wodurch es in vulkanisirtes und hornisirtes Kautschuk übergeführt werden kann. Das Kautschuk besteht in 100 Th. aus 87,5 Kohlenstoff und 12,5 Wasserstoff.

Das Kautschuk löst sich in weingeistfreiem Aether, in den durch trockne Destillation des Kautschuks entstehenden Oelen, in einem ähnlichen, welches sich bei der Destillation der Steinkohlen bildet, in gereinigtem Terpentin- und Steinöl und in Schwefelkohlenstoff. Die Lösung in leichtem Steinkohlentheeröl, sowie in den als Lampenöl nicht verwendbaren Antheilen des Petroleums und des Solaröls eignet sich vorzugsweise, um Stücke Kautschuk zu vereinigen; leider hängt solchen Gegenständen der unangenehme Geruch des Oeles lange Zeit an. Das vorzüglichste Lösungsmittel ist unstreitig der Schwefelkohlenstoff; diese Lösung trocknet äusserst schnell ein und hinterlässt das Kautschuk unverändert und geruchlos.

Das Kautschuk dient zum Auswischen der Bleistiftstriche, zum Wegnehmen von Schmutz auf Papier, zur Darstellung von Platten, Fäden, Schnüren, Röhren, zur Fabrikation wasserdichter Zeuge, zu Kitt und zur Darstellung von vulkanisirtem und hornisirtem Kautschuk.

Vulkanisiren des Kautschuks. Wenn man Kautschuk längere Zeit in geschmolzenen Schwefel taucht, so geht eine Art von Cementation vor sich, das Kautschuk nimmt Schwefel auf und verwandelt sich dadurch in eine gelbgraue, ausserordentlich elastische Masse, in das vulkanisirte Kautschuk. Es hat folgende Eigenschaften: es behält seine Elasticität und Weichheit selbst bei niederer Temperatur bei, während das gewöhnliche Kautschuk schon bei 3° hart und steif wird; es wird durch die gewöhnlichen Lösungsmittel des Kautschuks nicht angegriffen; es widersteht endlich dem Zusammendrücken in hohem Grade. Das ältere Verfahren zum Vulkanisiren besteht darin, dünne Platten von Kautschuk in geschmolzenen, bis auf 120° erhitzten Schwefel zu tauchen, 10—15 Minuten darin zu lassen (wodurch sich das Gewicht des Kautschuks um 10—15 Proc. vermehrt), sodann zwischen Cylindern tüchtig durchzukneten und endlich noch bis auf 150° zu erhitzen. Um das Effloresciren von Schwefel zu vermeiden, das bisweilen auf dem nach dieser Methode vulkanisirten Kautschuk vorkommen soll, ist vorgeschlagen worden, dass auf 100—120° erhitzte Kautschuk durch Kneten mit Kermes (rothem Schwefelantimon Sb_2S_3), oder einer Mischung von Schwefel mit Schwefelarsen zu vulkanisiren. Die jetzt häufig angewendete Methode des Vulkanisirens ist die, dass man das Kautschuk in ein Gemenge von 40 Th. Schwefelkohlenstoff und 1 Th. Schwefelchlorür taucht und dasselbe sodann in einer bis auf 21° erwärmten Kammer aufhängt, bis aller Schwefelkohlenstoff verraucht ist. Darauf lässt man das Kautschuk zur Entfernung des nicht chemisch gebundenen Schwefels in einer aus 500 Gr. Aetzkali und 10 Liter Wasser bestehenden Flüssigkeit sieden und wäscht dann, bis das ablaufende Wasser nicht mehr alkalisch reagirt. Die zu vulkanisirenden Gegenstände werden zuerst aus gewöhnlichem Kautschuk fertig gemacht, weil das vulkanisirte Kautschuk nicht klebt, auch nicht mit gewöhnlicher Kautschuklösung zusammengeklebt werden kann. Man benutzt das vulkanisirte Kautschuk zu wasserdichten Gefässen, zu Flaschen zur Aufbewahrung des Aethers, zu Buchdruckerwalzen, zu Gasleitungsröhren, zu Spritzenschläuchen, zu biegsamen Pfeifenröhren, zu Cigarrenspitzen, zu Eisenbahnpuffern, anstatt der bisher gebräuchlichen Wagenfedern, zu Billardbanden u. s. w.

Hornisiren des Kautschuks. Was seit dem Jahre 1852 unter der Benennung Hartgummi, hornisirtes Kautschuk oder Ebonit vorkommt, ist eine von Goodyear entdeckte Modification des vulkanisirten Kautschuks, die sich durch braunschwarze oder auch schwarze Farbe, eine dem Horn oder Fischbein fast gleichkommende Härte und Elasticität auszeichnet und deshalb zu ganz andern Artikeln geeignet ist als das gewöhnlich vulkanisirte Kautschuk, z. B. zu Kämmen aller Art, zu Schirmgriffen und Stockknöpfen, zu Spazierstöcken, Schirmrippen, Planchettes, die aber in Bezug auf Elasticität und Steife dem Fischbein nicht gleichkommen, Federhaltern, Messerheften, Fournieren für Möbelbekleidungen, Stethoskopen, Hörröhren, Flöten und anderen Blasinstrumenten, Winkeln und Linealen, Schreibfedern u. s. w. u. s. w. Die Bereitung des Hartgummi's ist die nämliche wie die Fabrikation von vulkanisirtem Kautschuk. Die hornähnliche

Beschaffenheit lässt sich zwar schon durch Steigerung des Schwefelzusatzes (auf 100 Th. Kautschuk 30—60 Th. Schwefel) ohne andere Beimischung erreichen: je mehr Schwefel incorporirt wird, desto grösser ist die Härte und desto geringer die Elasticität der Masse, das vulkanisirte Kautschuk jedoch verträgt Zusätze von fremdartigen pulverförmigen Stoffen, welche deren Härte vermehren, theils auch die Farbe verändern und wohlfeilere Compositionen herzustellen gestatten. Zu den Zusätzen, welche die Härte und Elasticität des Produktes erhöhen, gehören Guttapertja und Schellack, zur zweiten Klasse gehören Kreide, Schwerspathpulver, Barytweiss, Gyps, gebrannte Magnesia, Thon, erdige Farbstoffe, Schwefelantimon, Schwefelblei, Schwefelzink, Asphalt aus Steinkohlentheer u. s. w. Der Zusatz beträgt zuweilen bis zu 80 Proc. der Masse. Das Hartgummi zeichnet sich durch einen hohen Grad von Politurfähigkeit aus und besitzt vor dem Horn, namentlich in seiner Benutzung zu Kämmen und ähnlichen Gegenständen, den Vorzug, dass es beim Reinigen im warmen Wasser nicht wie das Horn rauh wird, auch nach längerem Gebrauch seine Elasticität beibehält. Mit Quarzpulver, Bimstein oder Feuerstein gemengtes vulkanisirtes Kautschuk dient schon seit mehreren Jahren zur Fabrikation künstlicher Schleifsteine und Wetzsteine zum Schärfen der Sensen und Sicheln.

Die Produktion an Kautschuk beträgt jährlich (1874) gegen 150,000 Centner, davon kommen auf

Java	70,000 Ctr.
Para	45,000 „
Guatemala, Cartagena	33,000 „
Venezuela, Neugranada und Afrika	2,000 „
	150,000 Ctr.

Die Guttapertja oder das plastische Gummi ist ein dem Kautschuk in vieler Beziehung ähnlicher eingetrockneter Milchsaft der *Isonandra Gutta*, eines an den Ufern der Meerenge von Malacca, auf Borneo, in Singapore und den benachbarten Gegenden wachsenden Baumes. Zur Gewinnung der Guttapertja macht man Einschnitte in die Bäume, oder fällt und schält dieselben; der ausfliessende Milchsaft wird in Trögen und in Gruben, oder auf Blättern des Bananenbaums aufgesammelt und coaguliren gelassen. Die einzelnen Stücke der Guttapertja werden in heissem Wasser erweicht und dann durch Pressen zu einem Ganzen vereinigt. Die rohe Guttapertja erscheint, so wie sie in den Handel kommt, als eine trockene, röthlich marmorirte Masse, die zusammengeballten Lederschnitzeln nicht unähnlich ist. Sie enthält viele Unreinigkeiten, Sand, rothe Substanz, Rindentheile u. s. w. Die Guttapertja ist ein Gemenge mehrerer sauerstoffhaltigen Harze, die Oxydationsprodukte eines Kohlenwasserstoffes von der Formel $C_{20}H_{60}$ zu sein scheinen. Vor der Verarbeitung wird die Guttapertja durch Erweichen, Kneten zwischen Walzen und Pressen gereinigt. Die gereinigte Masse er-

scheint von brauner Farbe, ist in dicken Stücken undurchsichtig und in dünnen Blättchen wie Horn durchscheinend. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie zähe, sehr steif, wenig elastisch und wenig dehnbar. Das spec. Gewicht ist 0,979. Bei 50° wird die Guttapertja weich, bei 70—80° leicht knetbar und formbar, so dass bei dieser Temperatur, zwei Stücke aneinander gedrückt, sich vollkommen zu einem Stück vereinigen. In der Wärme lässt sie sich leicht auswalzen, zu Fäden ziehen und auch mit Kautschuk zusammenkneten.

Die Guttapertja ist in Wasser, Weingeist, verdünnten Säuren und Alkalilösungen unlöslich, in erwärmtem Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Steinkohlentheeröl und Kautschuköl zu einer dicklichen Flüssigkeit auflöslich. Durch Aether und ätherische Oele schwillt die Guttapertja an und bildet einen zähen Teig. Im getrockneten Zustande ist die Guttapertja ein sehr guter Isolator für die Elektricität. In den Haupteigenschaften hat die Natur gewissermaassen selbst den Weg zur Verarbeitung und den Kreis der Anwendungen angegeben. Und wirklich macht man von der Eigenschaft der Guttapertja, in der Wärme schweissbar zu werden, Gebrauch, um die zahlreichen Objecte darzustellen, die als Surrogate von Leder, Pappe und Papiermaché, Holz, Papier, Metall u. dergl. zu dienen bestimmt sind und zwar in allen Fällen, wo es auf Undurchdringlichkeit gegen Wasser, Widerstand gegen Alkohol, Laugen und Säuren u. dergl. ankommt und keine höhere Temperatur mitwirkt. Das Bearbeiten geschieht ohne Wasser, aber unter Mitwirkung von Wärme und zwar in einem Knetapparat derselben Art, wie er zur Reinigung des Kautschuks Anwendung findet. Indem auf diese Weise die Guttapertja in einen weichen und homogenen Teig umgewandelt wird, ist sie vollkommen vorbereitet, sofort jede beliebige Form anzunehmen. Man erzeugt daraus Platten bis zu 3 Centimeter Dicke und dünne Blättter von der Dicke des Schreibpapiers, indem man einen Klumpen gereinigter Guttapertja zwischen hohlen eisernen, mit Dampf geheizten Walzen so ausstreckt, als ob es sich um die Blechfabrikation handelte. Röhren aus Guttapertja werden aus der erwärmten Masse nach demselben Principe gepresst, nach welchem man aus Blei Bleiröhren, aus nassem Thone Röhren, aus Mehlteig die Maccaroni, aus Graphitmasse die Bleistifte bildet. Mannichfache Gegenstände lassen sich durch Einpressen von erweichtem Guttapertja in befeuchtete Formen von Holz (z. B. Holzschnitte, wenn es sich um die Herstellung von Clichés handelt), Metall etc. herstellen; zahlreiche Artikel lassen sich aus Platten bilden, indem man sie daraus zuschneidet, nach Bedürfniss über einem Kerne oder einem Modelle presst. In dem durch Erwärmen bewirkten Zustande der Erweichung lassen sich alle Zusammenfügungen ohne Löthmittel, nur durch Aneinanderdrücken der betreffenden Stellen ausführen; beabsichtigt man eine Verbindung nur an einzelnen Stellen, so ist es genügend, die zu vereinigenden Ränder mittelst eines Bügeleisens oder einer Gasflamme zu erweichen. Handelt es sich um die Befestigung der Guttapertja auf Leder oder ähnlichen Materialien, so wendet man als Leim am zweckmässigsten eine Lösung von Guttapertja in Benzol an.

Von den zahllosen Artikeln, zu welchem die Guttapertja mit mehr oder minder günstigem Erfolge bearbeitet wird, sind folgende zu nennen.

Die Unveränderlichkeit der Guttapertja in feuchter Luft, in welcher das Leder stockt und die Unempfindlichkeit gegen chemische Agentien wie Säuren und Laugen, machen sie besonders geeignet zu Riemen zum Maschinenbetriebe, ferner zu Röhren für Wasserleitungen, Pumpen, Schläuchen, Spritzen, Liderungen, Sohlen u. s. w. Zu chirurgischen Zwecken hat sich die Vortrefflichkeit der Guttapertja vollkommen bewährt; die hieraus gefertigten Sonden, Bougies, Katheter u. s. w. haben viele Vorzüge und werden daher viel gebraucht. Durch Formen, Prägen, Treiben, Giesseu u. s. w. verfertigt man aus Guttapertja Karniese, Leisten, Täfelwerk, architektonische Verzierungen jeder Art, Rahmen, Messerhefte, Säbelgriffe, Spazierstöcke, Knöpfe, Koffer, Matrizen zur Galvanoplastik u. s. w. Eine Eigenthümlichkeit der Guttapertja ist, dass sie zuweilen durch jahrelanges Liegen ihre Geschmeidigkeit dergestalt verliert, dass sie zu Pulver verrieben werden kann.

Firnisse. Unter Firniss versteht man eine Flüssigkeit von öl- oder harzartiger Beschaffenheit, die zum Ueberziehen von Gegenständen benutzt wird, und auf denselben nach dem Trocknen einen dünnen Ueberzug hinterlassen soll, der sie vor der Einwirkung der Luft und des Wassers schützt, und ihnen eine glatte glänzende, zur Verzierung dienende Oberfläche giebt. Man unterscheidet Oel-, Weingeist- und Terpentinölfirnisse. Zur Darstellung der Oelfirnisse wendet man gewöhnlich Leinöl, seltener und nur für einzelne Zwecke Mohn- und Nussöl an. Das Leinöl besitzt die Eigenschaft, an der Luft allmälig zu einer zähen durchsichtigen Masse auszutrocknen; es findet dies aber nur sehr langsam und unvollständig statt. Die Eigenschaft tritt weit vollkommener hervor, wenn das Oel vorher längere Zeit bei Zutritt der Luft unter Zusatz gewisser oxydirender Mittel einer höheren Temperatur ausgesetzt wird. Das Trocknen des Oelfirniss geht nicht vor sich durch Ausdünstung, sondern dadurch, dass der Firniss Sauerstoff aufnimmt und sich in eine feste Substanz verwandelt; je schneller diese Oxydation vor sich geht, desto vorzüglicher ist der Firniss. Diese Erfahrung hat gelehrt, dass die Oxydation um so schneller fortschreitet, je stärker sie eingeleitet worden ist. Man pflegt deshalb die Umwandelung des Leinöls in Firniss dadurch zu bewirken, dass man das Oel mit solchen Körpern erhitzt, die Sauerstoff abgeben können, die ferner die Eigenschaft haben, die in dem Oel befindlichen Unreinigkeiten zu binden oder zu zerstören. Derartige Körper sind Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, Salpetersäure u. s. w. Nach den Versuchen von F. Sacc (1872) nimmt Leinölfirniss beim Trocknen fast die Hälfte seines Gewichtes an Sauerstoff auf.

Am vortheilhaftesten geschieht die Darstellung des Leinölfirniss durch Erwärmen des Leinöles im Wasserbade, unter Zusatz der erwähnten Oxyde;

diese Oxyde senkt man zweckmässig in gröblich gepulvertem Zustande (man rechnet 1 Th. der beiden erstgenannten Oxyde auf 16 Th. Oel, 1 Th. Braunstein auf 10 Th. Oel), in leinene Beutel gefüllt in das im Kessel befindliche Oel ein. Sie lösen sich zum Theil als ölsaure Oxyde auf, theils verbinden sie sich mit den im Oele enthaltenen Unreinigkeiten und bilden mit denselben einen Bodensatz. Nicht unwahrscheinlich ist es auch, dass namentlich die Bleiglätte und das Zinkoxyd als Zusatz bei der Firnissbereitung dazu dienen sollen, die Fettigkeit des in dem Oel enthaltenen Palmitins zu zerstören, indem sie mit der Palmitinsäure ein Pflaster, eine trockne, harzige Substanz bilden. Die Anwendung des schwefelsauren Zinkoxydes (Zinkvitriol) beim Sieden des Firniss scheint nicht den beabsichtigten Nutzen zu haben. Brotrinden, Zwiebeln, Mohrrüben, die man häufig dem Oel während des Siedens zusetzt, haben den einzigen Nutzen, dass sie durch ihr Braunwerden, bis zu dessen Erscheinen man das Oel zu sieden pflegt, die Beendigung des Siedeprocesses anzeigen. Ein Leinölfirniss, der, wie es jetzt häufig geschieht, mit Zinkweiss angerieben wird, darf kein Bleioxyd enthalten. Als Trockenmittel (Siccativ) zur Anwendung des Zinkweiss als Anstrichfarbe wendet man mit Braunstein bereiteten Oelfirniss an. Je niedriger die Temperatur beim Firnisssieden war, desto heller ist die Farbe des Firniss. Für Firnisse, bei denen helle Farbe Erforderniss ist, wendet man nach dem Sieden folgendes Bleichverfahren an. Man bringt den Firniss in 10 Centimeter hohe, hinreichend lange und breite Kästen von Blech oder noch besser von Blei, deren Deckel durch eine Glasplatte gebildet wird, und setzt denselben darin einen Sommer lang der Einwirkung der Sonnenstrahlen aus. v. Liebig hat folgende Vorschrift zur Bereitung eines hellen Firniss gegeben: Man mengt 1 Pfund Leinöl mit 25 Grm. fein geriebener Bleiglätte, setzt dann 30 Grm. Bleiessig hinzu und schüttelt stark um, nach einiger Zeit hat sich die Bleiglätte mit dem Bleiessig abgesetzt und man hat einen leicht trocknenden Firniss von weisser Farbe. Nach Barruel und Jean wird die Verharzung des Leinöls durch borsaures Manganoxydul befördert; 1 Th. desselben soll zur schnellen Trocknung von 1000 Th. Oel ausreichen.

Die Druckerschwärze, welche zum Druck von Büchern, Lithographien, Kupferstichen u. s. w. Anwendung findet, ist nichts als ein sehr consistenter, schnell trocknender Oelfirniss, der mit Russ oder Kohle im Zustande feinster Zertheilung vermischt worden ist. Zur Darstellung erhitzt man Lein- oder Nussöl über freiem Feuer in kupfernen Kesseln, die zur Hälfte damit angefüllt sind, bis über seinen Siedepunkt, wobei sich viele brennbare, unangenehm riechende Dämpfe entwickeln. Früher pflegte man die Dämpfe zu entzünden, jetzt zieht man es vor, das Erhitzen in mit Helm versehenen Blasen vorzunehmen. Da hierbei die Farbe des Firniss etwas Unwesentliches ist, so braucht das Oel nur längere Zeit bei stark erhöhter Temperatur behandelt zu werden, bis es so dickflüssig geworden ist, dass es schäumt und steigt und einen grauen Rauch von sich giebt. Wenn eine Probe auf einem kalten Teller eine dickliche Beschaffenheit zeigt, und sich zwischen den Fingern in Fäden ziehen lässt, so ist der Firniss zu seiner Anwendung tauglich. In diesem Zustande trocknet der Firniss mit etwa 16 Proc. Kienruss abgerieben, leicht und schnell. Ist derselbe nicht hinlänglich gekocht, so läuft die damit gedruckte Schrift aus, es ziehen sich Oeltheile in das Papier und die Schrift erscheint mit einem gelben Rande und färbt sich ab. Für die zum Buchdruck bestimmte Schwärze ist ein Zusatz von Seife

unerlässlich; es enthält die Druckschwärze die Eigenschaft, von befeuchtetem Papier rein von den Lettern weggenommen zu werden, wodurch das unangenehme Schmieren umgangen wird. Soll der Druck nicht schwarz sein, sondern roth, blau etc., so vermischt man den Firniss mit Zinnober, mit Pariserblau, Indig u. s. w. Für den Steindruck muss der Firniss consistenter sein, als für den Bücherdruck. Die Kupferdruckschwärze ist ein Gemisch von steifem Firniss mit Frankfurter Schwarz.

Die Oellackfirnisse (fette Firnisse) sind Auflösungen von Harzen in Leinölfirniss, die gewöhnlich mit Terpentinöl, Benzin oder Petroleum verdünnt werden. Von den Harzen wendet man Bernstein, Copal, Animeharz, Dammarharz und Asphalt an. Um diese Firnisse darzustellen, schmilzt man den Bernstein oder den Copal in einem Kessel über gelindem Kohlenfeuer in einem derartig construirten Ofen, dass der Kessel nur wenig in den Herd hineinreicht und das Feuer nur den Boden des Kessels berührt. Nachdem das Harz geschmolzen ist, giesst man die erforderliche Menge siedenden Leinölfirnisses in den Kessel, der aber höchstens bis zu $^2/_3$ angefüllt sein darf und lässt das Gemisch ungefähr 10 Minuten lang sieden. Darauf nimmt man den Kessel vom Feuer, lässt ihn bis auf ungefähr 140° abkühlen und setzt dann die nöthige Menge Terpentinöl hinzu. Die Gewichtsverhältnisse sind 10 Th. Copal oder Bernstein, 20 bis 30 Th. Oelfirniss, 25—30 Th. Terpentinöl. Schwarzen Asphaltfirniss erhält man durch gleiche Behandlung mit 3 Th. Asphalt, 4 Th. Firniss, 15—18 Th. Terpentinöl.

Der dunkle Bernsteinfirniss wird nicht aus dem Bernstein, sondern aus dem Rückstand, dem Bernsteincolophonium, bereitet, der bei der Destillation des Bernsteinöles und der Bernsteinsäure in dem Destillirgefässe zurückbleibt. Die Oellackfirnisse sind die festesten und dauerhaftesten Firnisse; sie trocknen aber etwas langsam und sind stets mehr oder minder gefärbt.

Die Weingeistlackfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Schellack, Sandarac, Mastix, Dammar, Gummilack, Anime u. s. w. in Alkohol (in neuerer Zeit wendet man als Lösungsmittel der Harze auch Holzgeist, Aceton [nach Wiederhold's Vorschlägen], Benzol oder Benzin, Photogen und Petroleumäther an; auch der Schwefelkohlenstoff ist zum Auflösen der Harze beachtenswerth). Eigenschaften eines guten Weingeistlackfirniss sind: schnell zu trocknen, eine glänzende Oberfläche zu bilden, fest zu haften und weder zu spröde, noch zu klebend zu sein. Der Name Lackfirniss oder Lack ist von der Auflösung des Gummilacks, als des gebräuchlichsten Harzes, auf alle Harzfirnisse übertragen worden. Man wendet einen starken, mindestens 92procentigen Weingeist an. Die Auflösung der gepulverten Harze wird dadurch befördert, dass man sie mit einem Drittheil ihres Gewichtes grob gepulverten Glases vermischt. Um den Ueberzug weniger spröd zu machen, setzt man meist Terpentin hinzu. Sandaracfirniss erhält man durch Auflösen von 10 Th. Sandarac, 1 Th. venetianischem Terpentin in 30 Th. Weingeist. Dauerhafter ist der Schellack-

firniss, den man durch Auflösen von 1 Th. Schellack in 3—5 Th. Weingeist darstellt. Die Schreinerpolitur ist eine Auflösung von Schellack in vielem Weingeist, die, wenn sie auf weisses Holz angewendet werden soll, durch Filtration durch Thierkohle entfärbt wird. Bemerkenswerth ist, dass der (durch Chlor- oder Ozonanwendung) gebleichte Schellack durch die Einwirkung des Lichtes in Alkohol zum Theil unlöslich wird. Der Copalfirniss übertrifft an Härte und Dauerhaftigkeit den Schellackfirniss. Zu seiner Darstellung wird der Copal vorher geschmolzen, wobei aber nicht vermieden werden kann, dass er sich dabei mehr oder weniger färbt; der geschmolzene Copal wird gepulvert, mit Sand gemengt, mit starkem Weingeist übergossen, im Wasserbade längere Zeit im Sieden erhalten und die Lösung sodann filtrirt. Damit der Firniss etwas weicher werde, mischt man etwas Terpentin oder eine Auflösung von Elemiharz hinzu. Um farblosen Copalfirniss zu erhalten, bringt man 6 Th. zerstossenen Copal in einem gut verschlossenen Gefässe in eine Mischung von 6 Th. Weingeist von 98^0 Tralles, 4 Th. Terpentinöl und 1 Th. Aether und erwärmt gelinde. Die Auflösung des Copals erfolgt sogleich und der erhaltene Firniss wird durch freiwilliges Absetzen geklärt.

Um gefärbte Lackfirnisse zu erhalten, die man benutzt, um feine Gegenstände aus Messing und Tomback vor dem Anlaufen durch die Luft, durch Angreifen u. s. w. zu schützen, um ferner derartigen Waaren eine schönere goldähnliche Farbe zu ertheilen, die auch benutzt werden können, um Zinn, Weissblech, selbst Eisen ein entfernt goldähnliches Ansehen zu geben, wendet man die sogenannten Goldfirnisse an, die am zweckmässigsten auf folgende Weise dargestellt werden. Man bereitet sich getrennte weingeistige Auszüge von Gummigutt und Drachenblut (neuerdings auch von Fuchsin und Pikrinsäure oder von Corallin und ähnlichen aus dem Theer erhaltenen Farben) und setzt diese versuchsweise zu einem Lackfirniss, der aus 2 Th. Körnerlack, 4 Th. Sandarac, 4 Th. Elemiharz, 40 Th. Weingeist erhalten worden ist, bis man die gewünschte Farbe erreicht hat.

Die Terpentinöllackfirnisse werden auf dieselbe Weise wie die Weingeistlackfirnisse dargestellt. Sie trocknen langsamer, sind aber dagegen weniger spröde, geschmeidiger und haltbarer. Den gewöhnlichsten Terpentinöllackfirniss stellt man durch Auflösen von Fichtenharz in Terpentinöl dar; er ist jedoch wenig dauerhaft und erhält nach einiger Zeit Risse. Der Copalfirniss mit Terpentinöl wird entweder mit ungeschmolzenem oder mit geschmolzenem Copal dargestellt; der auf letztere Weise erhaltene Firniss ist gefärbt. Der ungeschmolzene Copal wird am besten mit Terpentinöl behandelt, indem man letzteres in Glaskolben im Sandbade erhitzt, und den Copal in leinene Säckchen gebunden über dem Oel aufhängt. Der durch die heissen Terpentinöldämpfe gelöste Copal tropft in das Oel herab und verdünnt sich damit.

Um die Glätte der Lackirung, namentlich auf Metallwaaren zu erhöhen und einen spiegelähnlichen Glanz hervorzubringen, pflegt man den vollständig getrockneten Lackfirniss zu schleifen und zu poliren. Das Schleifen wird durch Abreiben mit Filz, der befeuchtet in fein geschlemmtes Bimssteinpulver getaucht ist, vorgenommen, das Poliren vermittelst geschlemmten Tripels und Olivenöls, zuletzt zur vollständigen Entfernung des Oeles durch Reiben mit Weizenstärkemehl. Anstatt der gewöhnlichen Firnisse und Lacke hat man in der neueren Zeit angefangen, Auflösungen von Schiessbaumwolle in

weingeisthaltigem Aether (Collodium) und Wasserglaslösungen zur Erzeugung glasähnlicher glänzender Ueberzüge anzuwenden.

v. Pettenkofer's Regenerationsverfahren für Oelgemälde. Die Beobachtung hat gelehrt, dass das veränderte Aussehen, welches man nach Verlauf einiger Jahre an gefirnissten Oelgemälden bemerkt, in den meisten Fällen durch physische Einflüsse veranlasst wird. Die Zeit verursacht auf diesen Gemälden eine Unterbrechung der Molekularcohäsion. Der Process beginnt auf der Oberfläche mit mikroskopischen Ritzen im Firniss und dringt nach und nach durch die verschiedenen Farbenschichten bis auf den Grund hinab. Die Oberfläche und der Körper eines solchen Bildes wird im Laufe der Zeit innig mit Luft gemischt und reflectirt dann das Licht wie Glaspulver. Um die getrennten Moleküle ohne alle Gefahr für das Original wieder zu vereinigen, setzt man in einem geeigneten Apparate das Oelgemälde einer Atmosphäre aus, welche sich bei gewöhnlicher Temperatur mit Alkohol gesättigt hat. Der optische Effect des Originals wird so auf ganz selbstthätigem Wege hergestellt, indem das Gemälde gar nicht berührt wird. Die sehr geringe Menge des absorbirten Alkohols verdunstet sehr bald, wenn man das Gemälde der Luft aussetzt, und die Oberfläche desselben bleibt dann ebenso lange klar wie eine frisch gefirnisste.

Kitte.

Mit dem Namen Kitt bezeichnet man Mischungen, welche im brei- oder teigartigen Zustande zwischen die einander genäherten Körperflächen gebracht, dieselben nach dem Erhärten fest mit einander verbinden. Daher umfasst das Kitten auch das Leimen von Holz, Kleistern von Papier, welche indessen gewöhnlich Gegenstand besonderer Betrachtung sind, und schliesst nur aus das Löthen. Von einem guten Kitt, der für den speciellen Zweck zusammengesetzt sein muss, verlangt man, dass er sich vollkommen mit den Flächen, welche er verbinden soll, vereinigt, dicht an dieselben anschliesst und nach dem Erhärten in sich selbst so viel Zusammenhang erlangt, dass er den trennenden Einwirkungen, denen er ausgesetzt wird, zu widerstehen im Stande ist. Diese Substanzen, aus denen der Kitt zusammengesetzt wird, sind verschieden und richten sich nach der Natur der Flächen, deren Vereinigung man beabsichtigt, und nach den Einflüssen, denen die zu verbindenden Theile unterliegen und widerstehen sollen.

Die Vorschriften zur Bereitung von Kitten sind unzählige; die meisten derselben können jedoch in einige Hauptabtheilungen gebracht werden, wenn man den wesentlichen Bestandtheil eines Kittes als Eintheilungsgrund gelten lässt. Hiernach hat man folgende Kittvarietäten zu unterscheiden:

1) Kalkkitte. Gelöschter Kalk bildet mit Caseïn, Eiweiss, arabischem Gummi und Leim Massen, die nach einiger Zeit eine bedeutende Festigkeit erlangen und zum Kitten der verschiedenartigsten Körper von Holz,

Stein, Metall, Glas, Porcellan und dergl. geeignet sind. Den Caseïnkitt kann man auf verschiedene Weise bereiten. Nach dem gewöhnlichen Verfahren zerreibt man frischen Käse auf einem Reibstein und setzt nach und nach zu Pulver zerfallenen gelöschten Kalk zu, wodurch eine zähe Masse sich bildet, welche, weil sie schnell erhärtet, möglichst bald zu verwenden ist. Durch Auflösen von Caseïn in kalt gesättigter Boraxlösung erhält man eine klare dickliche Flüssigkeit, welche sich durch hohes Klebvermögen auszeichnet und darin eine Lösung von arabischem Gummi weit übertrifft. Eine Auflösung von Caseïn in Wasserglas ist als Porcellan- und Glaskitt zu empfehlen. Zum Kitten von Stein, Metall, Holz u. s. w., oder zum Ausfüllen von Fugen, wo der Kitt mehr Körper haben muss, wird das Gemisch aus Caseïn und Kalk noch mit Cämentpulver (auf 1 Kilogr. frisches Caseïn, 1 Kilogr. gebrannter Kalk und 3 Kilogr. Cäment) versetzt. Einen dem Caseïn ähnlichen Kitt liefert der durch Fäulniss veränderte Kleber, welcher neuerdings zum Kitten von Steingut, Porcellan, Glas, Perlmutter und dergl. empfohlen worden ist.

2) Oelkitte. Der wesentliche Bestandtheil dieser Kitte ist ein trocknendes Oel, am besten in Gestalt von Oelfirniss. Diese Kitte widerstehen grösstentheils der Einwirkung des Wassers. Der Leinölfirniss, so wie der fette Copallack können zwar schon an und für sich als Kitt Anwendung finden, wenn es sich um das Kitten von Glas- und Porcellangegenständen handelt; sie haben aber das Unangenehme, erst nach Wochen, ja selbst Monaten vollständig zu erhärten und sind daher nur selten zu benutzen. Mit Bleiweiss, Bleiglätte oder Mennige gemischt, trocknen sie zwar schneller, vollständig jedoch immer erst nach einigen Wochen. Verwendet man diesen Kitt in grösseren Quantitäten, so mischt man Oelfirniss mit einem Gemenge von 10 Proc. Bleiglätte und 90 Proc. Schlämmkreide oder statt letzterer zu Pulver gelöschten Kalkes; anstatt der Bleiglätte lässt sich auch Zinkoxyd anwenden. Man bedient sich dieses Kittes zur Verbindung von Steinen und Ziegeln bei Wasserreservoirs, Terrassen u. s. w. Vor dem Gebrauche wird er angewärmt, damit er dünnflüssiger wird, sich in die Fugen besser einlegt und rascher trocknet. Als Kitt für Dampfröhren und dergleichen, welcher vortrefflich hält, verwendet man ein Gemenge von 2 Th. Bleiglätte, 1 Th. zu Pulver gelöschtem Kalk und 1 Th. Sand, das mit heissem Leinölfirniss innig gemengt wird. Der Glaserkitt, welcher zum Befestigen der Fensterscheiben in die Holzrahmen dient, wird durch Zusammenstossen von Kreide und Leinölfirniss erhalten, bis sich eine teigartige, sehr zusammenhängende und nicht bröckelnde Masse gebildet hat. Nimmt man ungekochtes Leinöl, so erhärtet er äusserst langsam, erlangt aber nach Jahren eine solche Festigkeit, so dass er nur schwierig von den Glastafeln getrennt werden kann. In Blasen eingebunden oder in mit Oel getränkten Tüchern eingeschlagen, kann der Glaserkitt längere Zeit unverändert aufbewahrt werden. Ein schnell erhärtender Kitt für Gefässe mit flüchtigen Stoffen ist der Glycerinkitt, ein Gemenge von Glycerin mit Bleiglätte.

3) Harzkitte. Zu denjenigen Kitten, die am häufigsten Anwendung finden, gehören unstreitig die Harzkitte, deren wirksamer Bestandtheil ein Harz ist, welches im geschmolzenen Zustande zwischen die zu verbindenden Flächen gebracht wird, und nach dem Erkalten und Erhärten die Verbindung derselben sofort bewirkt. Vor den Oelkitten, mit welchen sie die Wasserdichtigkeit gemein haben, besitzen sie den grossen Vorzug, dass sie sogleich

hart sind, dagegen leiden sie zum grossen Theile an dem Fehler, dass sie keine höhere Temperatur ertragen, ohne zu erweichen und an der Luft mit der Zeit so spröde werden, dass sie durch geringe Reibung schon als Pulver abfallen. Zum Kitten von Glas- und Porcellangegenständen finden Harze, namentlich Sandarac und Mastix allein Anwendung, wozu sie sich in Folge ihrer Farblosigkeit und ihrer leichten Schmelzbarkeit wegen besonders gut eignen. Bei ihrer Anwendung trägt man das feine Pulver dieser Harze mit einem Pinsel auf die zu verbindenden Flächen auf und erwärmt nun bis zum Schmelzen der Harze über Kohlenfeuer, worauf man die Flächen rasch an einander drückt. Auch eine Auflösung von Mastix in Schwefelkohlenstoff ist als Kitt verwendbar. Schellack ist als Harzkitt wenig geeignet; er ist in der Kälte zu spröde und zieht sich sehr stark zusammen; ersterer Uebelstand lässt sich durch Zusatz von etwas Terpentin heben, letzterer durch Zusatz von erdigen Pulvern, daher ist gutes Siegellack als Kitt im Ganzen brauchbarer als Schellack für sich. Holz lässt sich durch geschmolzenen Schellack nicht dauerhaft verbinden; legt man aber zwischen zwei mit dickem Schellackfirniss bestrichene Holzstücke ein damit getränktes Stück Musselin, so haften dieselben sehr fest. Im Grossen finden die Harzkitte häufig zum Auskitten von Wasserbehältern, Terrassen, zur Abhaltung von Feuchtigkeit und dergl. Anwendung. Man verwendet dazu Pech oder Colophonium, in neuerer Zeit fast durchgängig Asphalt, theils für sich mit Cäment versetzt, theils mit Schwefel gemischt, wenn eine grössere Härte wünschenswerth erscheint, theils mit Terpentin oder Theer versetzt, wenn man den Kitt minder hart oder spröde haben will. Der sogenannte Marineleim wird dargestellt, indem man Kautschuk in der 12fachen Gewichtsmenge Steinkohlentheeröl auflöst und die Lösung mit dem doppelten Gewichte Asphalt oder Gummilack oder beiden versetzt, die Mischung erwärmt und durch Umrühren gleichförmig macht. Es giebt zwei Sorten Marineleim, einen harten und einen flüssigen, ersterer wird hauptsächlich zum Aneinanderleimen der Hölzer, Anbolzen von Zimmerwerk mit Holz oder Eisen, zum Kalfatern der Schiffe, anstatt des Schiffstheeres und zum Anfüllen der Risse und der Spalten des Holzes, welche man vor Feuchtigkeit bewahren will u. s. w. angewendet. Den flüssigen Marineleim, welchen man durch Zusatz einer grösseren Menge des Lösungsmittels erhält, verwendet man zum Ueberziehen von Holz, Gyps, Metallflächen, zum Bestreichen der Leinwand, Taue, Röhren und dergl. Bei der Unlöslichkeit des Seeleimes in Wasser, seiner grossen Festigkeit und Adhäsion und seiner Unveränderlichkeit bei niederer und hoher Lufttemperatur, bei welcher er weder sehr weich, noch spröde wird, ist der Marineleim nicht nur für die Marine, sondern auch für Landbauten ein sehr beachtenswerthes Produkt. Den Harzkitten schliesst sich der Zeiodelit, aus 19 Th. Schwefel und 42 Th. Glas- oder Steinzeugpulver bestehend an; diese Mischung, bis zum Schmelzen des Schwefels erhitzt, lässt sich zur Verbindung von Steinen, statt hydraulischen Mörtels etc. benutzen. R. Böttger stellt den Zeiodelit durch Eintragen von Infusorienerde mit etwas Graphit untermischt in eine gleiche Gewichtsmenge geschmolzenen dünnflüssigen Schwefels dar. Die von Merrick dargestellte Mischung gleicher Theile Gummilack und Kieselerde — unter dem Namen Diatit angewendet — reiht sich gleichfalls den Harzkitten an.

4) Eisenkitte. Unter den vielen Vorschriften zur Bereitung von Eisenkitt auf Schmiede- und Gusseisen bei Wasserleitungsröhren, Dampf-

kesseln, Dampfröhren und dergl., sei eine der besseren angeführt. Der sogenannte Rostkitt besteht aus einer Mischung von 2 Th. Salmiak, 1 Th. Schwefelblumen und 60 Th. feinen Eisenfeilspänen; beim Gebrauche wird sie mit Wasser angemacht, welchem der sechste Theil Essig oder eine kleine Menge verdünnter Schwefelsäure zugesetzt worden ist. Dieser Kitt wird in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die zu verbindenden Flächen des Eisens gereinigt und wo möglich etwas abgefeilt sind. Nach einigen Tagen erhärtet dieser Kitt vollkommen und hängt sehr fest am Eisen, indem er in diesem sowol als in sich selbst zusammenrostet. — In Fällen, wo der Kitt die Glühhitze auszuhalten hat, wie bei Verbindungen von Röhrenstücken, die im Feuer liegen, dient ein Kitt aus 4 Th. Eisenfeile, 2 Th. Thon und 1 Th. Porcellankapselmasse, mit Salzlösung zu einem Brei angerührt, welchen man zwischen den Flantschen mittelst der Schrauben zusammenpresst.

5) Zu den Stärkekitten gehört der aus Stärke oder Mehl gekochte Kleister, welcher bei den Buchbinder- und Portefeuillearbeiten und überhaupt beim Zusammenleimen von Papier und Pappe verwendet wird. Der Kleister wird am besten bereitet, indem man Stärkemehl mit kaltem Wasser zu einem nicht zu dicken Brei in einem Mörser so lange anreibt, bis keine Klümpchen mehr vorhanden sind, und dann aus einem anderen Gefässe siedendes Wasser in einem dünnen Strahle so lange unter raschem Umrühren zusetzt, bis die Kleisterbildung beginnt, was man an dem Durchsichtigwerden wahrnimmt, dann aber den Rest des erforderlichen Wassers schnell zugiesst. Kochen der fertigen Masse ist nachtheilig und giebt einen Kleister, der leicht abspringt. Von grösserer Bindekraft als der aus Stärkemehl bereitete Kleister ist der aus Roggenmehl dargestellte, wovon der Grund in dem Klebergehalt des letzteren zu suchen ist. Leider ist dieser Kleister nicht weiss, sondern grau bis graubraun. Um den Kleister haltbarer zu machen, löst man in dem Wasser, welches zur Kleisterbildung dient, eine kleine Menge Alaun oder schwefelsaure Thonerde. Statt des Wassers kann das Anbrühen des Mehles auch mit siedendem Leimwasser geschehen, wodurch die Klebkraft des Leimes wesentlich befördert wird. Der vorzüglichste Kleister ist unstreitig derjenige, bei dessen Bereitung zum Anrühren und Anbrühen des Stärkemehles eine wässerige Lösung von durch Fäulniss verändertem Kleber verwendet wird. Setzt man die Hälfte vom Gewicht der angewendeten Stärke an Terpentin zum Kleister, welchen man durch Umrühren in der Masse vertheilt, so lange das Gemisch noch heiss ist, so wird der Kleister gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit haltbarer und zugleich bindender. Ein Zusatz von einigen Tropfen Kreosot oder Phenol schützt den Kleister längere Zeit vor dem Verderben.

V. Abschnitt.

Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.

Die Technologie der Wolle.

Die Wolle unterscheidet sich von dem Haar vorzugsweise durch drei Eigenschaften: erstens ist die Wolle feiner (das Haar geht dadurch, dass es dicker und steifer wird, in die Borste und endlich in den Stachel über), zweitens ist sie nicht straff, sondern wellenförmig hin und her gebogen (gekräuselt), und drittens enthält sie weniger Pigment. Die Vorzüglichkeit der Wolle wächst in demselben Maasse, als sie diese drei Charaktere im höheren Grade hat, also je weiter sie sich von der Natur des Haares entfernt. Die Wolle ist ebenso wie das Haar keine einfache, sondern eine organisirte Faser, aus einer epithelartigen Membran, der Rindensubstanz und der Marksubstanz bestehend. Die Epithelsubstanz besteht bei der Wolle aus dünnen, sich dachziegelähnlich deckenden Plättchen, den Cuticularplättchen, wodurch die Oberfläche ein schuppiges und tannenzapfenartiges Aussehen erhält. Die Einstülpungen auf der Oberfläche der Wolle sind die Ursache von der Rauhigkeit der Wollhaare und begründen ihre Fähigkeit, sich zu filzen.

Zur Wollerzeugung dient hauptsächlich das Schaf. Gleich anderen Hausthieren bietet das Schaf in Folge der verschiedenen Verhältnisse des Klimas, der Ernährungsweise und der Pflege eine grosse Anzahl Abweichungen dar, die sich auf die Beschaffenheit der Wolle erstrecken. Naturgemäss kann man alle Schafracen in folgende beiden Abtheilungen bringen: 1) das Höhe- oder Landschaf mit kurzer, mehr oder weniger gekräuselter und feiner Wolle, 2) das Niederungsschaf mit meist grober, schlichter, langer, haarähnlicher Wolle. Zu den ersteren gehören das deutsche Landschaf, ferner die spanischen oder Merinoschafe, die sich nach

der Verschiedenheit ihres Körpers in mehrere Unterarten theilen, von denen als die vorzüglichsten die Infantado- oder Negrettirace und die Elektoralrace (d. i. die kurfürstliche Race, wegen der ersten 1765 aus Spanien an den Kurfürsten von Sachsen gelangten Schafe) bekannt sind. Was man als Eskurial bezeichnet, ist keine eigene Race, sondern ein Elektoralschaf mit wollreicherem Vliess. Zu den Niederungsschafen gehören das Haidschaf oder die Haidschnucke in der Gegend zwischen der Elbe- und Wesermündung, das Zackelschaf, das im südlichen Europa und westlichen Asien gezogen wird, und dann die englischen Schafe der Southdown-, Leicester-, Cotswold-, Lincoln-, Teeswater- und Romney-Marsh-Race, ferner der schottischen Inseln, besonders von den Hebriden und Shetlandinseln.

Die von anderen Thieren als dem Schafe stammenden hauptsächlichsten Wollsorten sind folgende. a) Die Kaschmirwolle ist das feine wollige Flaumenhaar der Ziegen von Kaschmir, welche ursprünglich an der östlichen Seite des Himalaja in einer Höhe von 4500—5000 Meter leben. Sie ist von weisser, grauer oder bräunlicher Farbe und ist, wie sie nach Europa kommt, noch reichlich mit grobem Haar gemengt. b) Die Vicognewolle besteht in dem nur sehr wenig gekräuselten Haar des Vikugne oder Schafkameels *(Auchenia Vicuna)*, das auf den hohen Gebirgen von Peru, Chili und Mexiko lebt. (Das was man gegenwärtig in der Wollindustrie mit dem Namen Vigogne oder Vicogne belegt, ist ein Gemenge von Schafwoll- mit Baumwollgarn.) c) Die Alpakawolle oder das Pakoshaar besteht in dem langen flaumartigen weissen, schwarzen oder braunen Haar der Alpagua oder Alpako (Pako), einer in Peru lebenden Ziege aus der Gattung Llama. Das Haar ist sehr fein und hat mit der Vigognewolle grosse Aehnlichkeit, obgleich es ihr an Feinheit nachsteht. d) Das Mohair oder die Kämelwolle (Kämelhaar) ist das lange, seidenglänzende, wenig gekräuselte Haar der Kämel- oder Angoraziege *(Capra angorensis)*, welche um Angora in Kleinasien lebt. Aus ihr wird das Kämelgarn (fälschlich Kameelgarn genannt) gesponnen, das besonders zu ungewalkten Zeugen (z. B. Kamelot oder Plüsch) verwebt wird. Ferner dient es zu halbseidenen Stoffen als Einschlag.

Die eigentliche Wollsubstanz besteht aus einem schwefelreichen eiweissähnlichen Körper, dem Keratin (Hornstoff), ist aber in dem Zustande, wie sie von dem Thiere kommt, mit Schweiss, Staub u. s. w. verunreinigt.

Der sogenannte Wollschweiss ist als ein Gemenge von Secretstoffen mit von aussen und zufällig hinzugekommenen Stoffen zu betrachten. Macerirt man die rohe Wolle einige Zeit lang in warmem Wasser, so bildet sich eine trübe schäumende Flüssigkeit, die theils wirklich aufgelöste, theils nur suspendirte Schweissbestandtheile enthält. Der suspendirte Theil enthält Cholesterin, sowol im freien Zustande, als auch in Form von Aether (Benzoësäure-Cholesterinester), ferner eine mit dem Cholesterin isomere Substanz, das Isocholesterin. Der aufgelöste Theil enthält das Kalisalz einer Fettsäure *(suintate de potasse)* in solcher Menge, dass in neuerer Zeit darauf eine Methode der Gewinnung von Potasche gegründet worden ist (vgl. S. 102). Die Bildung dieser Kaliseife im Wollschweiss erklärt man sich durch die Annahme, dass das Secret der Schweissdrüsen kohlensaures Kali enthält und in Folge dieses Gehaltes auf das Fett verseifend wirkt.

Der Werth der Wolle ist von einer Anzahl Eigenschaften abhängig,

von denen die wichtigsten folgende sind: Farbe und Glanz. Die meiste Wolle ist von weisser Farbe, nur die von den Haidschnucken und gewisser Landschafe (sowie die Alpaka und das Mohair) sind gefärbt (schwarz, braun, grau). Der Glanz gewisser Wollarten ist für ihre Anwendung zu gewissen Zwecken eine geschätzte Eigenschaft, sie steht nicht im Verhältniss zur Feinheit der Wolle, sondern vielmehr im Zusammenhange mit der Sanftheit der Wolle, die man daran erkennt, dass die Wolle beim Angreifen ein Gefühl erweckt, welches jenem ähnlich ist, das man beim Angreifen von Baumwolle oder loser Seide empfindet. Die Kräuselung, eine Eigenthümlichkeit der Wolle des Höhe- und Landschafes besteht darin, dass das Haar in mehr oder minder kleinen Bögen wellförmig gekrümmt ist. Eine Wolle mit vielen und schmalen Bögen wird klein gekräuselt genannt; eine Wolle mit spärlichen, aber breiten Bögen heisst grob gekräuselt. Was die Feinheit der Wolle betrifft, so gilt im Allgemeinen, dass je kleiner der Durchmesser eines Wollhaares, desto feiner dasselbe ist. Ein geringer Durchmesser oder hohe Feinheit wird deshalb für die wichtigste Eigenschaft einer Wolle gehalten, weil eine Wolle, vereinigte sie auch alle anderen guten Eigenschaften in sich, doch nur dann zur Erzeugung eines vollkommenen Fabrikates geeignet erscheint, wenn sie mit diesen Eigenschaften auch Feinheit verbindet. Doch existiren auch Wollen, welche bei geringem Durchmesser der Fäden sehr straffe Substanz besitzen und für Gefühl und Fabrikation als weniger geeignet erscheinen. Das Verhältniss der Durchmesser der Wollfäden zur Feinheit der Wolle ist mithin nicht constant und bleibt nur ein Beihülfskennzeichen. Ueberdies kann man weder mit dem Wollmesser (Eriometer), noch mit dem Mikrometer die Feinheit des Wollhaares ausschliessend bestimmen, sondern nur durch das Auge, das Gefühl und die praktische Erfahrung. Die Eigenschaft der Gleichmässigkeit oder Ausgeglichenheit besteht darin, dass das Wollhaar seiner ganzen Länge nach einen gleichen Durchmesser hat. Die Geschmeidigkeit ist ein höherer Grad von Biegsamkeit; sie besteht in der Fähigkeit der Wollfäden, alle Richtungen leicht anzunehmen. Dehnbarkeit und Elasticität sind gewöhnliche Begleiterinnen der Geschmeidigkeit. Ein Wollhaar kann, nachdem man es derartig ausgestreckt hat, dass die Biegungen nicht mehr sichtbar sind, noch etwas ausgedehnt werden, ohne zu zerreissen. Die Elasticität des Wollhaares giebt sich dadurch zu erkennen, dass dasselbe, wenn es abgerissen wird, an den getrennten Enden mehr oder minder schnell sich zusammenzieht und kräuselt. Die Festigkeit ist diejenige Eigenschaft der Wolle, in deren Folge sie bei starker Ausdehnung nicht zerreisst. Ein einzelnes Wollhaar erfordert zum Zerreissen, je nach dem Grade der Feinheit und Güte ein Gewicht von 2,6 bis 44,0 Grm. Unter der Höhe versteht man die Länge des gekräuselten Haares in seiner natürlichen Lage, unter der Länge das Maass des Haares, wenn es soweit ausgedehnt wird, dass die Kräuselung mit dem Auge nicht mehr wahrgenommen werden kann. Die Länge ist bei der Auswahl der Wolle sehr zu berücksichtigen und bildet einen Hauptgrund zu der Unterscheidung zwischen Streichwolle und Kammwolle. Erstere, die Streichwolle (Kratzwolle), umfasst alle jene Wollen, die zu tuchartig gewalkten Zeugen Anwendung finden. Als Streichwolle dienen alle stark gekräuselten Wollen, deren Haar im ausgestreckten Zustande weniger als 15 Centimeter misst. Die Kammwolle (lange Wolle) ist das Material zu glatten Wollzeugen. Grundeigenschaften der Kammwolle sind eine nicht zu geringe Länge (mindestens 9—12 Centimeter), eine vorzügliche

Festigkeit und eine nicht oder doch nur wenig gekräuselte Gestalt des Haares.

Die Verarbeitung der Wolle durch Spinnen zu Garn (Streichgarn oder Kammgarn) und durch Verweben des Garnes zu Tuch oder Zeug begründet zwei Industriezweige, die durch Auswahl und Behandlung der sortirten Wolle wesentlich von einander verschieden sind, nämlich: 1) die Verarbeitung der Streichwolle oder die Fabrikation gewalkter oder rauher, überhaupt tuchartiger Wollstoffe, wozu man die Wolle durch Kratzen oder Streichen vorbereitet; 2) die Verarbeitung der Kammwolle oder die Fabrikation glatter Wollstoffe, wozu die Wolle durch Kämmen vorbereitet wird. Die Streichwollverarbeitung tritt in der vollendeten Entwickelung in der Fabrikation des Tuches auf, die Kammwollverarbeitung in der des Thibets, welcher überhaupt als Repräsentant eines nicht gewalkten, glatten Wollstoffes zu betrachten ist. Zunächst beschäftigt uns hier die Verarbeitung der Streichwolle zu Streichgarn, wobei folgende acht Operationen zu unterscheiden sind:

1) Die Fabrikwäsche. Die sortirte Wolle, so wie sie im Handel vorkommt, enthält immer noch eine gute Portion Schweiss, wovon sie vollständig befreit werden muss. Sie wird daher gewaschen, um sie zu entschweissen. Das Entfetten kann nur mit Hülfe alkalischer Flüssigkeiten geschehen, die aber so schwach alkalisch sein müssen, dass die Wollfaser selbst dadurch nicht angegriffen wird. Die alkalischen Flüssigkeiten sind Gemenge von Flusswasser und gefaultem Menschenharne, oder auch eine Lösung von weisser Seife in Flusswasser, oder endlich eine schwache Sodalösung. Die entschweisste Wolle wird unverzüglich mit reichlichem reinem Wasser gespült oder gewaschen, bis das Waschwasser klar von der Wolle abläuft. Nach dem Waschen muss die Wolle ausgewunden und dann an einem schattigen Orte getrocknet werden, weil sie an der Sonne leicht gelb wird. 100 Th. käufliche Wolle, welche schon vor der Schur mit Wasser gewaschen worden ist, verlieren durch die Fabrikwäsche 17—40 Th., und hinterlassen demnach 60—83 Th. reine trockne Wolle. 2) Das Färben der Wolle. Die gewaschene und entfettete Wolle wird in gewissen Fällen, wenn sogenannte wollfarbige Tuche erzeugt werden sollen, vor dem Verspinnen gefärbt, und alsdann ist das Färben diejenige Operation, die unmittelbar auf das Waschen der Wolle folgt. Das Färben der Wolle eignet sich nur für sehr haltbare Farben, weil andere Farben durch die Walke, wobei Seife und gefaulter Harn mit zur Anwendung kommen, zerstört werden würden. Durch das Färben der Wolle entsteht eine Gewichtszunahme, die manchmal weniger als 1 Proc., öfters dagegen bis zu 12 Proc. beträgt. 3) Das Wolfen. Die gewaschene Wolle verlangt als erste Stufe der nun eintretenden Bearbeitung eine Auflockerung, wodurch man beabsichtigt, die dichteren Flocken in gewissem Grade zu zertheilen, und zugleich die noch vorhandenen mechanisch anhängenden Unreinigkeiten zu beseitigen. Diese Auflockerung wird mit Hülfe des Wolfes bewerkstelligt, der mit der gleichnamigen, für die Auflockerung der Baumwolle angewendeten grosse Aehnlichkeit hat. 4) Das Einfetten. Bei der grossen Neigung der Wolle, sich zu filzen, würden die Wollfasern in der zum weiteren Entwirren bestimmten Maschine, der Krempel, leicht reissen, wenn man den Fasern nicht durch gewisse Zusätze Geschmeidigkeit und Schlüpfrigkeit ertheilte. In der Regel ist das hierzu angewendete Mittel Oel und zwar für feine Wolle Baumöl und Arachisöl, für rohe und

grobe Wolle Rüböl und Thran. Die bei der Fabrikation von Stearinkerzen als Nebenprodukt abfallende Oelsäure ist zum Einfetten sehr gut statt des Baumöls anzuwenden, wenn sie frei ist von Schwefelsäure (welche die Kratzenbeschläge angreifen würde) und Stearinsäure (die durch ihre dickliche Beschaffenheit die Vertheilung der Oelsäure auf der Wolle erschwert). Für 100 Kilogr. Wolle zu Kettgarn werden 10—12 Kilogr. Oel, für 100 Kilogr. Einschussgarn 12—15 Kilogr. Oel gerechnet. 5) Das Streichen (Krempeln oder Kratzen) hat denselben Zweck wie das Krempeln der Baumwolle. Auch sind die Wollkratzmaschinen den Baumwollkrempeln sehr ähnlich. Das Kratzen der Wolle geschieht stets wenigstens zwei Mal nach einander, auf etwas von einander abweichenden Maschinen ausgeführt, deren Beschreibung in das Gebiet der mechanischen Technologie gehört. 6) Das Vorspinnen. Die bei der Streichwollverarbeitung gebräuchlichen Vorspinnmaschinen kommen in zweierlei Art vor. Beide haben Aehnlichkeit mit der Mulemaschine, insofern die Spindeln sich auf einem Wagen befinden, welcher von dem feststehenden Theile der Maschine weggeführt, darauf wieder eingefahren wird und so fort. Allein das die Ausziehung der Fäden vollführende Streckwerk fehlt, das durch einen sehr einfachen Mechanismus ersetzt ist, indessen zur Herstellung des groben Vorgespinnstes vollständig hinreicht. Entweder lässt man nun alle Bewegungen der Maschine durch die Hand des Vorspinners hervorspringen, oder man construirt die Maschine so, dass, wie bei dem Halbselfactor das Ausfahren des Wagens mit dem Ausziehen und Drehen der Fäden durch Dampf- oder Wasserkraft, und nur das Einfahren, wobei das Aufwickeln des Gespinnstes auf die Spindeln stattfindet, durch die Hand besorgt wird. 7) Das Feinspinnen. Die Ueberführung des Vorgespinnstes in Garn geschieht durch die Feinspinnmaschine; sie ist nach Art der Mulemaschine gebaut, nur fällt das mehrcylindrige Streckwerk weg, das durch ein einziges Cylinderpaar, die Lieferungscylinder, ersetzt ist. In Folge dieser Veränderung wird auch die Arbeitsweise der Spinnmaschine eine andere als bei der Baumwolle, indem die Verfeinerung des Vorgespinnstes nicht mehr durch Cylinderverzug, sondern hauptsächlich durch Nachzug, zum kleineren Theile auch durch Wagenzug bewirkt werden muss. Die Feinspinnmaschine unterscheidet sich nur in wenigen Punkten von der Vorspinnmaschine. Die Drehung der Spindeln beim Feinspinnen ist jener beim Vorspinnen entgegengesetzt, das Vorgarn dreht daher zuerst sich auf und nimmt dann die verkehrte neue Drehung an. Dadurch wird die Streckung des Fadens beim Feinspinnen wesentlich befördert. Spinnt man Schussgarn, so hört mit eintretendem Stillstande des Wagens am Ende des Auszuges die Umdrehung der Spindeln sofort auf und es wird eingefahren. Wird dagegen das drallere Kettengarn gesponnen, so drehen sich die Spindeln noch einige Sekunden um, wenn auch der Wagen bereits stillsteht; dadurch erhält der Faden einen Zusatz von Drehung. 8) Das Haspeln des Wollgarnes geschieht in ähnlicher Weise wie das des Baumwollgarnes. Die Länge und Eintheilung der Strähne oder Stücke ist in den verschiedenen Ländern, ja oft in verschiedenen Spinnereien der nämlichen Gegend nicht gleich, indem nicht nur die Länge des einzelnen Haspelfadens (der Weifenumfang), sondern auch die Zahl der Fäden in einem Gebinde und der Gebinde im Strähn (Stück, Strang) abweicht. Die Feinheit des Wollgarnes bestimmt man durch Angabe der Anzahl der Strähne, welche auf ein bestimmtes Gewicht (Zollpfund à 500 Grm. oder Kilogr.) gehen. Am zweckmässigsten drückt man die Feinheit

(wie in Belgien und zuweilen auch in Frankreich) durch die Anzahl der Meter der Fadenlänge aus, welche 1 Kilogr. wiegt.

Die Kunstwolle oder Lumpenwolle ist derjenige Wollspinnstoff, der durch Zerreissen und Zerkratzen von Wolllumpen gewonnen und in sehr bedeutender Quantität statt und neben neuer Schafwolle zu Garn und Geweben verarbeitet wird. Man unterscheidet zwei Arten von Kunstwolle, nämlich die sogenannte Mungo, eine kurzhaarige Sorte, die aus den Lumpen von gewalkten Wollstoffen gewonnen wird, und die Shoddy von längerem Stapel und von gestrickten Lumpen (Strumpfzeugen) herrührend. Ein wesentlicher Umstand bei der Fabrikation der Kunstwolle ist ein sorgfältiges Sortiren, welches in das Vorlesen, das Schneiden und das Sortiren im engeren Sinne zerfällt. Beim Vorlesen werden die nichtwollenen Bestandtheile ausgeschieden und die zurückbleibenden Wolllumpen durch eine Putzmaschine von Staub und anderen Unreinigkeiten befreit. Die gereinigten Lumpen werden nach den Hauptfarben zusammengeworfen und in kleine Stücke zerschnitten. Bei diesem Zerschneiden werden die Nähte sorgfältig herausgetrennt und zugleich alle baumwollenen, leinenen und seidenen Stoffe (vom Unterfutter, Taschen u. dergl. herrührend) beseitigt. Nächstdem werden die Lumpen nochmals in die Putztrommel gebracht und darauf nochmals sortirt. Die Herstellung der Kunstwolle aus den maschinenfertigen Lumpen geschieht mit Hülfe eines Wolfes (Lumpenwolf), einer mittelst spitziger Stahlzähne und sehr schneller Bewegung wirkenden Maschine, in welcher die Lumpen zerrissen und in eine Menge loser Wollfasern verwandelt werden. Die Mungowolle wird von dem Lumpenwolf weg in Ballen gepackt und versendet, wogegen die Shoddywolle noch einer weiteren Behandlung auf einer gewöhnlichen Vorkratze oder Reisskrempel unterliegt, wobei sie 4—10 Proc. Baumöl erhält.

Das Tuch gehört zu den glatten Geweben, bei welchen die Einschlagfäden alternirend über und unter jedem folgenden Kettenfaden durchgezogen werden. Die charakteristische filzartige Decke, welche die Einschlag- und Kettenfäden verdeckt, erhält das Tuch erst durch die spätere Operation des Walkens. Was das Weben selbst anlangt, so stimmt die Tuchweberei gänzlich mit der Verfertigung der glatten leinwandähnlichen Stoffe überein. In dem Zustande, in welchem das Streichwollgewebe vom Tuchmacherstuhle kommt, gleicht es nicht im Entferntesten demjenigen Fabrikate, das unter der Benennung Tuch im Handel sich findet. Das Gewebe, so wie es der Tuchmacher abliefert, ähnelt nämlich eher einem groben Leinengewebe, da Ketten- und Eintragfäden überall bloss und sichtbar liegen und die dem fertigen Tuche eigenthümliche Filzdecke, welche den Faden verdeckt, noch nicht vorhanden ist. Letztere Decke wird erst durch das Walken erzeugt. In Folge der grossen Verschiedenheit beider Zustände sind auch verschiedene Namen dafür üblich: das Tuchgewebe vor dem Walken heisst Loden, während nach dem Walken der Loden erst die Benennung Tuch erhält. Dem Walken geht voraus das Noppen und das Waschen des Lodens. Ersteres hat den Zweck, aus dem Loden Knoten, Enden, fremde Körper wie Holz und Strohtheilchen, mit Hülfe einer kleinen Stahlzange zu entfernen. Durch das Waschen sollen Oel (von dem Einfetten), Leim (von der Schlichte) und Unreinigkeiten aus dem Loden entfernt werden. Als Reinigungsmittel wendet man an Schmierseife, Soda- und Potaschelösung, die man mit Wasser in einen Trog bringt, in welchem der Loden warm und zwar in der Regel mit einer Waschmaschine behandelt wird. Der Zweck des Walkens ist

neben der eigentlichen Reinigung oder auch des nur fortgesetzten Reinigens, wesentlich die Hervorbringung einer Verfilzung, durch welche die Fäden der Kette und des Einschlagens verdeckt werden und das Gewebe die Beschaffenheit eines gleichförmigen, kurzhaarigen Pelzes annimmt. Die Verfilzung erstreckt sich keineswegs nur auf die Wollhärchen auf beiden Oberflächen des Tuches, sondern sie geht auch in das Innere dergestalt, dass die Ketten- und Einschussfäden kaum noch von einander getrennt werden können, ohne zu zerreissen. Die Bedingungen, unter denen das Walken stattfinden kann, sind Feuchtigkeit, erhöhte Temperatur und eine mechanische Behandlung, die knetend wirkt, so dass die einzelnen Garnfäden und die Wollfasern, aus denen die Garnfäden gebildet sind, gegen einander gedrückt und geschoben werden. Da während des Walkens das Gewebe zugleich entfettet werden soll, so muss das Wasser, das zum Walken dient, alkalisch gemacht werden. Dies geschieht fast allgemein durch gefaulten Harn, dessen Wirkung man entweder durch Seife (häufig Schmierseife) oder durch Walkerde unterstützt. Das Walken geschieht mittelst der Walkmühlen. Bis auf die neuere Zeit behielt man das Princip bei, die Walkmühle durch den von schweren hölzernen Hämmern (daher der Name Hammerwalke) auf das in einem Troge befindliche Tuch ausgeübten Schlag wirken zu lassen. Gegenwärtig wendet man allgemein die Walzenwalken an, welche fast nur durch Druck oder wenigstens mit nur sehr schwachem Stoss wirken. Um der durch das Walken erzeugten Filzdecke ein schöneres Ansehen zu geben, wird das Tuch gerauhet und dann geschoren, d. h. man zieht die Wollhärchen in reichlicher Anzahl heraus und schneidet sie dann regelmässig zu einer dem Zwecke entsprechenden Kürze ab.

Ehe das Tuch fertige Waare ist, muss es noch durch folgende drei Operationen ausgerüstet werden. 1) Das Decatiren wurde früher nur angewendet, um das Tuch, welches in den Fabriken durch warmes Pressen mit schönem, aber nicht dauerhaftem Glanze versehen worden war, bevor es von dem Schneider verarbeitet wurde, von diesem künstlichen Glanze zu befreien und ihm einen dauerhafteren, wenngleich minder in die Augen springenden zu ertheilen. Gegenwärtig wird das Decatiren meist in den Fabriken selbst vorgenommen. Zu diesem Zwecke wickelt man das Tuch, möglichst straff ausgespannt, auf eine hohle, an den Enden offene, im Mantel mit vielen feinen Löchern versehene, kupferne Walze, und unterwirft es so in einem dicht verschlossenen Kasten der Einwirkung von heissen Wasserdämpfen. Hierdurch erhält das Tuch einen dauerhaften Glanz und die Eigenschaft, sich nicht mehr rauh zu tragen. 2) Das Bürsten, früher nur angewandt, um das Haar nach dem Scheren wieder im Striche niederzulegen, findet jetzt weit ausgedehntere Anwendung. Gegenwärtig wird das Tuch nicht nur nach vollendetem Scheren gebürstet, sondern auch schon früher zwischen dem Scheren und sogar von Anfang desselben unmittelbar nach dem Rauhen. Die Bürstmaschinen, auf welchen das Tuch anhaltend gebürstet wird, enthalten durchgängig als Hauptbestandtheil einen ringsum mit steifen Bürsten von Schweinsborsten besetzten, in schnelle Umdrehung versetzten Cylinder, zuweilen auch zwei dergleichen, über welche das Tuch langsam hingeführt wird. Das Tuch ist hierbei entweder trocken oder nass, sei es durch vorläufiges Einweichen in Wasser oder durch Daraufleiten eines Wasserstrahles in der Bürstmaschine selbst, oder mit Wasserdampf imprägnirt, mithin zugleich feucht und erwärmt. 3) Das Pressen ist die letzte Zurichtung des

Tuches, nach welcher dasselbe als fertige Waare in den Handel gebracht wird. Es soll dem Tuche Glanz und Schönheit ertheilen. Beim Pressen faltet man das Tuch in der Art zusammen, wie man es in den Handel bringt, und legt zwischen die einzelnen Lagen desselben Bogen von Glanzpappe (Pressspäne): feinere rechts, gröbere auf der linken Seite des Tuches. Man bringt 6—12 Stücke Tuch zugleich in die Presse. Zwischen jedes Stück kommt ein gewöhnlicher Pappbogen, sodann ein Brett, und zwischen je zwei Bretter eine erhitzte eiserne Platte.

Ausser den eigentlich gewalkten und geschorenen Tuchen fabricirt man noch eine grosse Anzahl tuchartiger Wollzeuge, von denen als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen sind: Flanell ist glatt oder geköpert, nur wenig gewalkt, auf der rechten Seite ein Mal gerauht und entweder nicht oder nur ein Mal geschoren. Die Kette besteht oft aus Kammgarn, mitunter auch aus Baumwollgarn oder Floretseide, der Einschuss aber stets aus Streichwollgarn. Fries, Flaus, Coating ist gröber, dicker und langhaariger als Tuch, stark gewalkt und wenig gerauhet und noch weniger geschoren. Die Ausrüstung nach dem Scheren besteht in Bürsten oder heissem Pressen. Zuletzt wird der Stoff mit Tragantwasser überstrichen, geplättet, mit Baumöl befeuchtet und endlich wieder geplättet. Eine feinere und nicht geköperte Art Fries heisst Damenfries oder Lady-Coating, schwerere und kurzgeschorene Sorten werden Castories genannt. Die durch dickeres Gespinnst, festere Walke und ein wenig kürzer geschorenes Haar ausgezeichneten Friessorten werden als Sibirienne, Kalmouck (auch Biber) und Düffel unterschieden. Der Buckskin ist geköperter, ungerauheter, aber auf der rechten Seite glatt geschorener Beinkleiderstoff. Leichtere Sorten davon werden Doeskin genannt.

Die Verarbeitung der Kammwolle. Wie Seite 341 gesagt wurde, ist die Kammwolle oder lange Wolle das Material zur Herstellung des Kammgarn; letzteres zeigt einen schlichten, glatten Faden, dessen lange Fasern möglichst parallel neben einander liegen und dient zur Fabrikation der glatten Wollstoffe, wie Thibet, Merino, Lasting, Orleans. Man unterscheidet eigentliches Kammgarn und Halbkammgarn (Sayettengarn), welches letztere den Uebergang von Kammgarn zum Streichgarn ausmacht und durch diejenigen Garne gebildet wird, die zum Sticken, Stricken, in der Strumpfwirkerei, zur Teppichfabrikation, zu Posamentirarbeiten u. s. w. Anwendung finden. Obgleich das Halbkammgarn immer aus langer Wolle gesponnen wird, so wird doch diese Wolle nicht gekämmt, sondern gekrempelt, das von der Karde abgezogene Band wird dann wie ein eingekämmter Zug auf den Kammgarnmaschinen zu Garn verarbeitet. Das Kammgarn besteht entweder nur aus Schafwolle oder aus Mohair und Alpaka oder aus Gemischen von Wolle und Baumwolle, Wolle und Seide. Letztere Garne führen den Namen Phantasiegarne.

Die Fabrikation der glatten Wollzeuge (Kammwollzeuge) fällt so ziemlich mit der Fabrikation der Leinwand zusammen, was das Spulen und Schwefeln, Aufbäumen und den Webstuhl anlangt. Von der überaus grossen Anzahl glatter Wollzeuge sind als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen:

Glatte Stoffe. Der Perkan wurde vormals nur aus Kamelhaaren gefertigt, jetzt stellt man ihn aus Kammgarn dar, wenn er durch Mangen ge-

wässert worden ist, heisst er Moor. Der Orleans besteht aus gezwirnter Baumwollgarnkette und einfachem Kammgarneintrag. Der vom Webstuhl kommende Stoff wird gesengt, gewaschen, gefärbt, geschoren und zuletzt warm gepresst. Das Mühlbeuteltuch aus stark gedrehtem Kammergarne gewebt, wird zu Mehlbeuteln und Beutelmaschinen angewendet. Zu den glatten Kammwollzeugen gehören ferner der Wollstramin, der Wollmusselin u. s. w. *Geköperte Stoffe.* Der Merinos mit drei- oder vierfädigem Körper, ist beidrecht, wird gesengt und geschoren und durch Mangen oder heisses Pressen mit Glanz appretirt. Nicht glänzend appretirter und weicherer Merino heisst Thibet. Das Oelpresstuch für die Presssäcke der Oelmühlen ist ebenfalls ein geköperter Stoff von Kammgarn aus besonders starker und zäher Wolle. *Gemusterte oder façonnirte Stoffe* treten hauptsächlich als Westen- und Hosenstoffe, ferner als Schuhstramin (Schuhkord), als Woll- oder Möbeldamast auf. Auch die Shawls und Umschlagetücher sind hierher zu rechnen, deren Grundgewebe entweder gänzlich aus Kammgarn (bei den Kaschmir-Ternauxshawls aus Kaschmirwolle) oder aus floretseidener, in geringeren Quantitäten Baumwollkette und Kammgarnschuss besteht. Die wollenen Shawls, sogenannte Plaids, Tartans, liefern besonders England und der Zollverein. *Sammetartige Stoffe.* Der Wollsammet, der Wollplüsch, Velpel. Von dem Sammet unterscheidet sich der Plüsch und der Velpel nur durch die Länge der Haare, welche beim Plüsch grösser als beim Sammet und beim Velpel am grössten ist. Die sammetartigen Wollstoffe werden als Möbel-, Futter-, Vorhang-, Kragen-, Mützenstoffe u. s. w. angewandt. Sie werden mehr oder minder dicht gewebt, mit längerem oder kürzerem Flor versehen, kommen geschnitten und ungeschnitten vor.

Die Seide und ihre Verarbeitung.

Die Seide unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Baumwolle, dem Flachse und Hanfe und der Wolle, dass die Natur sie bereits in Form eines langen und feinen Fadens liefert, sodass bei ihrer Verarbeitung die Arbeit des Spinnens, die aus den übrigen kurzhaarigen Webmaterialien erst den Faden bereitet, überflüssig wird. An die Stelle des Spinnprocesses tritt das Filiren oder Mouliniren der Seide, wobei mehrere natürliche Fäden neben einander gelegt und vereinigt werden, um einen dichteren und stärkeren Faden zu erhalten.

Die Seide stammt von dem Seidenspinner oder Maulbeerspinner (*Bombyx mori*) her, welcher gleich den verwandten Arten einer vierfachen Verwandlung unterworfen ist. Aus dem durch die Frühjahrswärme gereiften Ei bildet sich eine Raupe, die Seidenraupe, die je nach der Art des Seidenspinners bei fortschreitendem Wachsen drei- bis viermal sich häutet und sich dann zur Verppupung einspinnt. Zu dem Ende giebt die Raupe durch zwei schlauchförmige Drüsen (Spinndrüsen) ihres Kopfes eine zähe klebrige Flüssigkeit als zwei besondere Fäden von sich, welche

im Augenblicke des Hervortretens zu einem flachen Doppelfaden sich vereinigen, der im ununterbrochenen Zusammenhange fortlaufend den Cocon bildet, welcher der darin verborgenen Puppe zum Schutze gegen Temperatureinflüsse und Nachstellungen dient. Die beiden den Cocon bildenden Fäden sind zu einem Doppelfaden durch eine Art glänzenden Kittes, Seifenleim oder Sericin genannt, verbunden, der zu gleicher Zeit ihre ganze Oberfläche einhüllt und gegen 35 Proc. vom Gewicht des Ganzen ausmacht. Nach 15—21 Tagen ist aus der im Cocon befindlichen Puppe ein Schmetterling geworden, der, um sich einen Ausweg aus dem Cocon zu verschaffen, aus seinem Munde einen eigenthümlichen Saft absondert und dadurch eine Stelle des Cocons erweicht und diese durchbricht. Behufs der Seidengewinnung wird jedoch dieser Zeitpunkt nicht abgewartet, sondern der Schmetterling oder vielmehr die Puppe noch in dem Cocon getödtet, mit alleiniger Ausnahme der zur Fortzucht bestimmten Cocons. Der Cocon ist das Material der Seidengewinnung, indem der aufgewickelte Faden sorgfältigst wieder abgewickelt wird.

Die Hauptvarietät desjenigen Schmetterlinges, der die Seide producirt, ist, wie oben erwähnt, *Bombyx mori*, dessen Nahrung die Blätter des weissen Maulbeerbaumes (*Morus alba*) sind. Ausser dem Maulbeerspinner giebt es aber noch verschiedene Seidenraupenarten, von denen einige Beachtung verdienen, nämlich:

a) *Bombyx Cynthia*, den die Eingebornen des inneren nordöstlichen Theiles von Bengalen und die Japanesen in grosser Menge ziehen. Er wird von den Hindus Arrindy arria und von den Japanesen Yama maï genannt. Die Raupe (Fagararaupe) desselben lebt auf der Ricinusstaude (*Ricinus communis*) und die Seide, welche der Cocon liefert, ist, obgleich nicht so schön wie die des Morusspinners, doch eine sehr nützliche, weil sie eine sehr dauerhafte ist. Die Ricinusraupe ist weniger empfindlich als die Maulbeerraupe und lässt sich nicht blos mit Ricinusblättern, sondern auch mit der Weberkarde (*Dipsacus fullonum*), der wilden Cichorie (*Cichorium Intybus*) und den Blättern des *Aylanthus glandulosa* ernähren. b) *Bombyx Pernyi* ist in China und der Mongolei einheimisch und nährt sich von Eichenblättern. c) *Bombyx mylitta*, die Tussahraupe, ist in Bengalen einheimisch. Sie nährt sich von der Eiche und den Blättern anderer bei uns vorkommender Bäume. Diese Raupen häuten sich fünfmal und liefern sehr grosse Cocons. Der Faden des Cocons ist 6—7mal stärker als der des gewöhnlichen Seidenwurmes. Ausserdem sind noch die nordamerikanischen Varietäten *B. polyphemus*, *B. cecropia*, *B. platensis*, *B. leuca*, *B. Selene* und *B. Faidherbii* erwähnenswerth. Letztgenannte Seidensorten hat man neuerdings unter dem Namen „Wild Silk“ zu vereinigen gesucht.

Was die chemische Beschaffenheit des Seidenfadens betrifft, so hat man zu unterscheiden zwischen der eigentlichen Faser und der dieselbe umhüllenden Substanz. Die eigentliche Faser besteht zur Hälfte etwa aus Fibroïn, welches in nächster Beziehung zur Hornsubstanz und zum Schleime steht und die chemischen Eigenschaften dieser Körper besitzt.

Die Zusammensetzung des Seidenfibroïns wird durch die Formel $C_{15}H_{23}N_5O_6$ ausgedrückt. Der gummiartige Ueberzug, nach Städeler und Cramer Seidenleim oder Sericin genannt, löst sich zum Theil in Wasser, leicht in Seifenwasser oder anderen alkalischen Flüssigkeiten. Das Sericin hat die Formel $C_{15}H_{25}N_5O_8$. P. Bolley's Untersuchungen haben

gezeigt, dass in den Spinndrüsen der Seidenraupe nur ein Stoff, nämlich weiches Fibroïn, zu finden ist, welches, in Form zweier Fäden austretend, erst durch den Einfluss der Luft, oberflächlich, unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasserstoff zu Sericin (Seidenleim) oxydirt wird. Die Rohseide hinterlässt nach dem Verbrennen geringe Mengen Asche, Guinon fand in bei 100° getrockneter piemontesischer Rohseide 0,64 Proc. Asche, die 0,526 Kalk und 0,118 Proc. Thonerde und Eisenoxyd enthielt. Mulder fand in 100 Th. Rohseide

	gelbe aus Neapel	weisse aus der Levante (Almasinseide)
Fibroïn	53,4	54,0
leimgebende Substanz	20,7	19,1
Wachs, Harz und Fett	1,5	1,4
Farbstoff	0,05	—
Albumin	24,4	25,5

Die Zubereitung der Seide, d. h. die Ueberführung der Cocons in Fäden, die sich als Nähseide, als Webmaterial u. s. w. eignen, zerfällt in 6 Operationen, nämlich in 1) das Sortiren der Cocons geht dem Abwickeln des Seidenfadens von dem Cocon voraus. Es muss mit grosser Sorgfalt geschehen, weil nur gleichartige Sorten zusammen mit Vortheil verarbeitet werden können und soll bezwecken α) nicht nur eine Trennung der weissen Cocons von den gelben, sondern auch β) eine Ausscheidung aller schad- und fehlerhaften Cocons, die sich zum Abhaspeln nicht eignen. 2) Das Haspeln oder Spinnen der Seide ist die erste jener Arbeiten, welche die Gewinnung des Seidenfadens von dem getödteten und sortirten Cocon zum Zwecke haben. Sie besteht darin, dass der Faden, welcher von der Raupe während des Einspinnens zu einem Knäuel aufgewickelt wurde, von dem Cocon abgewickelt und auf einem Haspel aufgewunden wird, so dass er die Gestalt eines Strähnes annimmt. Die gehaspelte Seide heisst Rohseide, Ratzenseide, Grezseide. Derjenige Theil des Seidenwurmgespinnstes, welcher sich nicht abhaspeln lässt, wird auf Florettseide verarbeitet. Die Arbeit besteht im Reinigen, Auflockern, Krempeln oder Kämmen und Spinnen und stellt sich deshalb auf gleiche Stufe mit der Woll- und Baumwollspinnerei. Die versponnene Wolle ist daher ein wirkliches Seidengarn. 3) Das Mouliniren oder Zwirnen der Seide. Der einfache Rohseidenfaden ist für die meisten Anwendungen der Seide erst dann anwendbar, wenn mehrere solcher Fäden durch Zusammendrehen zu einem vereinigt worden sind. Dort, wo man einfache Seidenfäden benutzt, giebt man denselben vorher durch Drehung Zusammenhang, Dichte und Rundung. Unter Zwirnung versteht man die Vereinigung zweier oder mehrerer Fäden durch Drehung, unter Drehung dagegen die gleiche Behandlung des Rohseidenfadens.

Die Hauptarten der gezwirnten Seide sind folgende: a) Organsinseide, die zur Kette der Seidenzeuge dient, ist aus der besten Sorte Rohseide dargestellt. Man haspelt hierzu den Rohseidenfaden von 3 bis zu 8 Cocons, giebt demselben vor dem Mouliniren eine starke Drehung rechts (in dem Sinne wie bei Schrauben) und moulinirt dann zwei solcher gedrehter Rohseidenfäden zusammen. b) Tramaseide, zum Einschusse und zur Verfertigung von Seidenschnüren dienend, wird aus geringeren Cocons gefertigt. Man haspelt gewöhnlich 3—12 Cocons. Unter einfädiger Trama versteht man einen einfachen, für sich gedrehten Rohseidenfaden;

die zweifädige Trama besteht aus zwei nicht gedrehten Rohseidenfäden, die links, aber weniger scharf gezwirnt sind als Organsin; die dreifädige aus drei u. s. w. Tramaseide ist weicher und flacher als die Organsinseide und füllt daher in den Seidenzeugen besser als runde Fäden. c) Nähseide oder Cousir wird aus Rohseidenfäden von 3—22 Cocons auf verschiedene Weise gedreht; die Strick- oder Häkelseide ist ebenfalls der Nähseide ähnlich, aber stärker. 4) Das Titriren und Conditioniren der Seide. Den Feinheitsgrad der Rohseide, sowie der gezwirnten Seide drückt man dadurch vergleichbar aus, dass man angiebt, wie viel Mal eine gewisse Fadenlänge in einer gewissen Gewichtseinheit enthalten ist. Die zu Grunde gelegte Fadenlänge ist gleich 400 Ellen oder 475 Meter. Spricht man von einer Seide von 10 Grains, so heisst dies, dass dieses Gewicht eine Fadenlänge von 475 Meter hat; eine Seide von 20 Grains hat die nämliche Länge von 475 Meter, aber das doppelte Gewicht, sie ist daher nur halb so fein als die erstgenannte Seide. Die Seide, die rohe wie die gezwirnte, enthält stets grössere Mengen von hygroskopischem Wasser, dessen Quantum blos nach der äussern Beschaffenheit der Seide nicht abgeschätzt werden kann. Der gewöhnliche Wassergehalt der käuflichen Seide beträgt im Durchschnitt 10—18 Proc. Unter Umständen kann die Seide sogar bis über 30 Proc. Wasser aufnehmen, ohne eigentlich feucht zu erscheinen. Bei einer Waare von so hohem Preise wie die Seide ist das hygroskopische Verhalten der Seide in mercantiler Hinsicht von hohem Belang, da es Veranlassung zu absichtlicher und unfreiwilliger Täuschung und zu Collisionen giebt und begreiflicherweise einen nachtheiligen Einfluss auf den Seidenhandel ausübt, insofern man darüber im Unklaren bleibt, wie viel wirkliche Seidensubstanz in einem gegebenen Gewicht Seide enthalten ist. Um den genannten Uebelstand zu beseitigen, wird die Seide conditionirt, d. h. es wird jeder zu verkaufenden Seide der Wassergehalt durch Untersuchung einer Probe dieser Seide von der Behörde bestimmt. 5) Das Entschälen der Seide. Der Rohseidenfaden, wie er in dem Cocon vorkommt, ist mit einem eigenthümlichen Ueberzuge (Seidenleim), der die Ursache der verschiedenen Farbe ist und der Seide eine gewisse Härte, Rauhigkeit und Steifheit ertheilt, versehen. Zu gewissen Zwecken, so zu Mühlbeuteltuch, zu Gaze, zu Krepp etc. ist diese Beschaffenheit erwünscht, in den meisten anderen Fällen ist es aber nöthig, die Seide von diesem Ueberzuge zu befreien, was durch das Entschälen der Seide geschieht. Die Seide heisst dann entschält, besitzt dann nicht nur die erforderliche Weichheit, den eigentlichen Seidenglanz, sondern auch die Fähigkeit, die Farbstoffe beim Färben vollkommen anzunehmen.

Das Entschälen der Seide zerfällt in drei Operationen, nämlich in a) das Degummiren. Man löst Baumölseife in warmem Wasser, erwärmt die Lösung bis auf 85° C., hängt dann die Seide mit ihren Strähnen in das Seifenbad ein und dreht die Strähne herum, bis die Seide überall von ihrem firnissartigen Ueberzug hinreichend befreit ist. Die so gereinigte Seide wird hierauf aus dem Seifenbade genommen, ausgerungen, in Wasser gespült und getrocknet. Durch das Degummiren verliert die Seide, theils nach der Menge des Firnissüberzuges, theils nach der Quantität der verwendeten Seife, 12—25 Proc. an Gewicht. Im degummirten Zustande ist die Seide geeignet, mit dunklen Farben gefärbt zu werden, für helle Farben muss sie dagegen b) dem Kochen unterworfen werden. Zu dem Ende giebt man die degummirte Seide in Säcke aus grober Leinwand, sodass in jeden Sack 12 bis

16 Kilogr. Seide kommen, und bringt die Säcke in ein ähnliches Seifenbad. In diesem Bade wird die Seide anderthalb Stunden lang gelassen; hierauf wird dieselbe herausgenommen, ausgerungen und gespült. Die letzte Arbeit des Entschälens, c) das Schönen, hat den Zweck, der Seide eine schwache Färbung und dadurch ein angenehmeres Ansehen zu geben. Man unterscheidet verschiedene Nüancen von Weiss, nämlich chinesisches Weiss, Azurweiss, Perlweiss etc. Ersteres (mit röthlichem Schimmer) erhält man, indem man die Seide durch laues Seifenwasser mit einer geringen Beimengung von Orlean zieht. Die bläulichen Nüancen ertheilt man der Seide durch Indig (Lösung von geschlämmtem Indig). Das vollkommene Bleichen der entschälten Seide geschieht durch die Einwirkung der schwefligen Säure, entweder dadurch, dass man die Seidensträhne in dem Schwefelkasten durch Verbrennen von Schwefel schwefelt, oder dass man sie mit einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure behandelt. Da einestheils die Seide durch das Entschälen zu viel an Gewicht, überhaupt an Körper verliert, anderntheils aber die rohe Seide nur selten gefärbt werden kann, so hat sich nach und nach in der Praxis eine Mittelstufe zwischen der abgekochten und der rohen Seide gebildet, der sogenannte Souple.

Die Fabrikation der Seidenzeuge stimmt im Wesentlichen mit jener der Gewebe aus Baumwollgarn, Leinengarn, Kammwollgarn überein. Fast durchweg dient Organsinseide als Kette, Trama als Schuss. Die gemischten Stoffe haben Baumwollgarn, oder Garn aus Kammwolle, Alpaka und Mohair zum Einschuss, während die Kette Seide ist. Häufig ist die Kette oder der Schuss, oder auch beide, ein mehrfacher, aber nicht gezwirnter Faden, dadurch erreicht man eine grössere Dicke und Dichte des Gewebes, ohne dass dasselbe ein grobes Aussehen erhält. Einer eigenthümlichen Ausrüstung bedürfen die Seidenzeuge nicht, so wie sie vom Webstuhle kommen, sind sie fertige Waare, sie werden blos zusammengelegt und in einer Presse glatt gepresst. Die leichteren Sorten von Atlas und Taffet werden jedoch gummirt und cylindrirt. Schwere Seidenstoffe erhalten oft durch Druck auf die theilweise befeuchtete Fläche einen wellenartigen Schimmer (Moirirung), sammetartige Seidenzeuge erhalten zuweilen vertiefte oder erhabene Zeichnungen durch Pressen mit gravirten Metallflächen (Gaufriren).

Die seidenen Zeuge zerfallen 1) in glatte, 2) geköperte, 3) gemusterte Stoffe, 4) Gaze oder Flor, 5) Sammet. a) Zu den glatten Geweben gehören 1) der Taffet, worunter man die leichteren, aus entschälter Seide gewebten glatten Zeuge versteht, bei welchem die Kette Organsin und einfädig, der Einschlag Trama und zwei- bis dreifädig ist; 2) der Gros, ein dichter taffetartiger Stoff, der aus besonders starken Fäden in Kette und Schuss gewebt ist und deshalb wie mit einer Art regelmässigen Kornes bedeckt oder, wenn dicke mit dünnen Fäden wechseln, gerippt erscheint. b) Zu den geköperten Geweben gehören: 1) die verschiedenen Sergen, von welchen die von der Kette den grösseren Theil zeigende Seite die rechte ist; 2) der Atlas oder Satin in seinen Varietäten: einfacher, doppelter, halber und Sergenatlas. c) Zur gemusterten Arbeit gehören alle figurirte, gewürfelte und geblümte Seidengewebe. d) Zu den sammetartigen Geweben gehören 1) der ächte Sammet (geschnitten oder ungeschnitten), 2) der Plüsch. e) Zu den Seidengazen oder Flören rechnet man 1) den Marle, 2) den Seidenstramin, 3) den Krepp oder Flor, 4) die Beutelgaze und 5) den Barège (leichter durchsichtiger Seidenstoff).

Die Gerberei.

Der Zweck der Gerberei ist die Ueberführung der Haut (hauptsächlich der der grösseren Säugethiere) in Leder d. h. in die bekannte Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit, sich von der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, dass sie der Fäulniss in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser entweder nicht (wie das lohgare Leder) oder nur nach längerer Zeit (wie das alaungare Leder) in Leim verwandelt werden kann. Der Process der Ueberführung der enthaarten und vorbereiteten Haut, der sogenannten Blösse, in Leder, ist, so verschieden auch die in der Praxis angewendeten Mittel sein mögen, im Wesentlichen ein auf physikalische Principien zurückzuführender und die dabei wahrzunehmenden Erscheinungen gehören zu denjenigen, die man im Allgemeinen als Flächenanziehung bezeichnet. In seinem weiteren Begriffe ist Leder nichts als Haut, in welcher man durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert hat. Die Theorie der Gerberei ist durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Fr. Knapp und A. Reimer (1866—1873) wesentlich gefördert worden.

Die Haut der Säugethiere besteht, wenn man von den Haaren absieht, aus mehreren Schichten. Die obere, sehr dünne, von den Haaren durchdrungene Bedeckung, die Oberhaut oder Epidermis, ist halb durchsichtig und aus mit Kernen versehenen Zellen gebildet, und umfasst als äusserste Lage die Hornschicht, ein abgestorbenes, an dem Lebensprocess nicht mehr concurrirendes Gewebe, welches in Folge der Abnutzung, der die Körperoberfläche ausgesetzt ist, abgestossen und durch das darunter liegende Malpighi'sche Netz (*stratum Malpighii*), eine noch lebende, aus mit Flüssigkeit angefüllten und kernhaltigen Zellen bestehende Schicht, ersetzt wird. Letztere Haut (die Schleim- oder Netzhaut) stellt den Apparat für die Hautausdünstung und für den Tastsinn dar und bildet die sogenannte Narbe auf der Haarseite des Felles. Endlich findet sich eine weit dickere Lage eines nicht mehr aus Zellen, sondern aus einem dichten Filz von Bindegewebsbündeln bestehenden Gewebes, die Lederhaut (*corium, derma*) genannt, welches die intermediäre Haut und die eigentliche Lederhaut umfasst. Sie ist das eigentliche Substrat der Lederbereitung. Unter dem Corium liegt das Unterhautbindegewebe oder die Fetthaut, diese Seite der Haut bildet die Aas- oder Fleischseite. Die Haare sind reine Epidermisgebilde und sitzen in dem Corium nur mittelbar, unmittelbar aber in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut. Alle Bestandtheile der Haut haben das mit einander gemein, dass sie in kochendem Wasser aufschwellen, gallertartig werden und durch fortgesetztes Kochen in Leim übergehen. Die Bindegewesbfasern gehen durch fortgesetzte Einwirkung von Essigsäure in eine durchscheinende Gallerte über, in welcher jedoch die Fasern in ihrer ursprünglichen Textur enthalten sind. Verdünnte Schwefel-

säure und Salzsäure verhalten sich wie Essigsäure. Alkalische Laugen lösen die Fasern des Bindegewebes ebenfalls auf, die Formfasern des Bindegewebes leisten den Säuren und Laugen längere Zeit Widerstand. Kalk- und Barytwasser verändern die morphologische Eigenschaft des Bindegewebes nicht, lockern aber den festen Zusammenhang desselben und gestatten die Isolirung faseriger Formelemente aus demselben.

Auf das eigenthümliche Verhalten der Hauptformelemente der Haut zu alkalischen und sauren Flüssigkeiten gründen sich theilweise die vorbereitenden Operationen der Gerberei. Der Process des Gerbens selbst beruht dagegen auf dem Verhalten des Coriums zu Agentien anderer Art und Wirkungsweise. Die Bindegewebefaser geht nämlich mit der Gerbsäure, verschiedenen Metalloxyden wie der Thonerde, dem Eisenoxyd, dem Chromoxyd, ferner mit oxydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloxyden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Pininsäure (aus Colophonium) und gewissen anderen organischen Substanzen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen. Alle diese Agentien haben die Bestimmung, sich auf die Bindegewesbfasern niederzuschlagen, dieselben einzuhüllen und das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen zu verhindern. Einige Gerbmaterialien, wie die Gerbsäure, hüllen die Faser dergestalt ein, dass ein Zusammenkleben vollkommen unmöglich wird und die Haut beim Trocknen ohne weiteres Zuthun sogleich geschmeidig auftritt; bei anderen Gerbemitteln, wie bei den Thonerdeverbindungen geht zwar ein Zusammenkleben vor sich und die Haut erscheint nach dem Trocknen dicht und hornähnlich, der Zusammenhang der Fasern ist aber kein inniger und die Haut kann durch Ziehen und Dehnen vollständig die Eigenschaften des Leders erlangen.

I. Die Roth- oder Lohgerberei.

Die Roth- oder Lohgerberei, die sich mit der Umwandlung der Haut in roth- oder lohgares Leder befasst, verwendet als Materialien gerbstoffhaltige Vegetabilien und Häute.

Was die Gerbematerialien betrifft, deren sich der Rothgerber bedient, so enthalten dieselben durchgängig als wesentlichen Bestandtheil einen adstringirenden Stoff, Gerbsäure, Tannin oder Gerbstoff genannt, welcher in den verschiedenen Pflanzen verschieden ist, aber sich dadurch charakterisirt, dass er sauer reagirt, zusammenziehend schmeckt, mit Eisenoxydsalzen eine schwarze oder grüne Färbung giebt, Leimlösung fällt und Thierhaut in Leder verwandelt.

Das wichtigste und durch nichts zu ersetzende Gerbematerial ist die Eichenrinde (Eichenborke), worunter man die innere, zwischen der äussern Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Eichenarten, *Quercus robur* und *Q. pedunculata* versteht. Im westlichen und südlichen Deutschland befinden sich Eichenschälwaldungen, in welchen die Ausschläge in 19 bis 15jährigem Alter zur Gewinnung der besseren dünnen Rinde, der sogenannten Spiegelborke, geschlagen werden. Die zerkleinerte Eichenrinde führt den

Namen Lohe. Nach neueren Untersuchungen überschreitet der Gerbstoffgehalt der besten Eichenrinden 12—16 Proc. nicht. Die Fichtenrinde (gewöhnlich von *Pinus sylvestris*), ist eines der vorzüglichsten Gerbematerialien, welches bei Erzeugung des Sohlleders häufig verwendet wird. In Steiermark und Oberösterreich wendet man anstatt der Fichtenrinde die Tannenrinde, in Ungarn und an der Militärgrenze die Erlenrinde, in den vereinigten Staaten Nordamerika's die Rinde der Schierlingstanne (Hemlockrinde von *Abies canadensis*) an. Die Ulmenrinde, die junge Rosskastanienrinde und die Buchenrinde finden hie und da ebenfalls zum Gerben Anwendung. Die meisten Gattungen der Weide liefern von den jüngeren Zweigen eine zum Gerben des Leders, namentlich desjenigen, welches zu den sogenannten dänischen Handschuhen verarbeitet wird, sehr brauchbare Rinde. In Russland wird die Rinde der Sandweide zur Bereitung des Juften angewendet. Nächst der Eichen- und Fichtenrinde ist der Sumach oder Schmack eines der am häufigsten angewendeten Gerbematerialien, welches jährlich in sehr bedeutenden Mengen aus Syrien und Südeuropa importirt wird. Er besteht aus den Blättern und Blattstielen eines Strauches, des sogenannten Gerber-Sumachs (*Rhus coriaria* und *Rh. typhina*).

Ein anderes Gerbematerial sind die Dividivi, flache, etwa 6 Centimeter lange, Sförmig gebogene Schoten, die glatte, eiförmige, glänzende, olivengrüne Samen enthalten und von einem in Caracas und Maracaibo und auf mehreren Inseln der Antillen wachsenden Baume, der *Caesalpinia* oder *Poinciana coriaria* herrühren. Ferner sind anzuführen die Galläpfel. Darunter versteht man die kugligen Auswüchse, welche an den jungen Zweigen, Blättern und Blattstielen verschiedener Eichenarten, namentlich der *Quercus infectoria*, *Q. pubescens* und *Q. sessiliflora* durch den Stich des Weibchens der Gallwespe (*Cynips gallae tinctoriae*, ferner *C. Kollari* und *C. hungarica*) sich bilden; das Insect legt seine Eier in die durch den Stich entstandene Oeffnung, um welche dann bald durch den Ausfluss der Säfte und durch die Erweiterung der Drüsen des Zellgewebes pathologische Anschwellungen entstehen, in welchen die Eier ausgebrütet werden. Man sammelt die Galläpfel zu verschiedenen Zeiten, ehe das Insect darin ausgebildet ist, zu welcher Zeit die Galläpfel am reichsten an Gerbsäure sind, ferner wenn das ausgebildete Insect anfängt, seine Hülle zu durchbrechen, und endlich zu der Zeit, wo sämmtliche Galläpfel entleert und trocken geworden sind. Darnach unterscheidet man drei Hauptsorten: die schwarzen, die grünen und die weissen Galläpfel. Die Gerbsäure der Galläpfel hat die Formel $C_{14}H_{10}O_9$; ihr Uebergang in Gallussäure scheint einfach durch Wasseraufnahme zu erfolgen nach der Gleichung:

$$\underbrace{C_{14}H_{10}O_9}_{\text{Tannin}} + H_2O = 2\ \underbrace{C_7H_6O_5}_{\text{Gallussäure.}}$$

Von den Knoppern, die den Galläpfeln zunächst stehen, unterscheidet man unnatürliche oder eigentliche Knoppern und natürliche oder orientalische Knoppern. Die unnatürlichen (oder pathologischen) Knoppern sind ebenso wie die Galläpfel braune Auswüchse des Eichbaumes, welche durch den Stich einer Gallwespe, *Cynips Quercus calicis*, entstehen, nur mit dem Unterschiede, dass sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern aus dem Saft der jungen Eicheln (aber nicht der Fruchtbecher, wie man früher annahm) bilden. Sie umgeben die Eichel meist nur an einer Seite, seltener ganz. Die Knoppern kommen in dem Handel in unregelmässigen,

unebenen, eckigen, braungelben Stücken bis zu Wallnussgrösse vor; an der einen Seite ist die verkümmerte Eichel sichtbar, durch deren Verwundung sie entstanden, oder, falls die Eichel fehlt, die durch sie bewirkte schalenförmige Vertiefung. Man sammelt sie besonders in Ungarn, Mähren, Slavonien, Steiermark, Krain und bringt sie in den Handel. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 45 Proc. Die Knoppern finden neben der Eichenrinde vielfach zur Bereitung von lohgarem Sohl- und Fahlleder Anwendung, welchem sie eine schöne braune Farbe mittheilen. Seit einer Reihe von Jahren kommt auch Knoppernextract im Handel vor. Die natürlichen (oder physiologischen) Knoppern, auch Valonia, Wallonen, Velandia, Acker- oder Eckerdoppen genannt, sind keine Auswüchse als Folge von Insectenstichen, sondern sind die natürlichen Fruchtbecher der auf griechischen Inseln, in Kleinasien und Syrien vorkommenden *Quercus aegilops* und *Valonia camata.* Die grossen Fruchtbecher sind durch abstehende, stumpfe oder eckige, sehr grosse, dicke Schuppen (Bracteen) charakterisirt; sie kommen theils mit, theils nnd meist ohne Eichel vor. Im letzteren Falle sind sie geschätzter. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 40—45 Proc. An die vorstehenden Produkte des Eichbaumes schliessen sich an die sogenannten chinesischen Galläpfel, die aus China, Japan und Nepal kommen. Es sind blasige Anschwellungen, welche durch den Stich von *Aphis chinensis* an einer Sumachart, der *Rhus javanica* oder *Rh. semialata* sich bilden und meist länglich walzenförmig, aber auch plattgedrückt, birnförmig, kuglig vorkommen und auf ihrer mit gelblich-grauem Filz bedeckten Oberfläche mancherlei hohle Höcker und Zacken zeigen. Ihre Länge variirt von 3—10 Centimeter und ihre Dicke von 1,5—4 Centimeter; ihre Wände sind dünn, hornartig durchscheinend und spröde. Sie zeichnen sich durch hohen Gehalt von Gerbstoff, nämlich 60—70 Proc. aus.

Obgleich im Allgemeinen die Häute aller Quadrupeden zur Lederbereitung sich eignen, so schliessen doch häufig zu geringe Dimensionen oder ihr Nutzen als Pelzthiere die Häute vieler Thiere aus. Unter den in der Gerberei angewendeten Häuten nehmen die des Rindviehes den obersten Platz ein, an Festigkeit und Güte stehen ihnen nach die Haut des Pferdes und des Esels. Wie die Praxis gezeigt hat, ist die Festigkeit der Haut nicht allein abhängig von der Art des Thieres, sondern auch von dessen Lebensart, so übertrifft das wilde Rindvieh bei weitem das zahme, und bei letzterem wieder ist die Festigkeit der Haut grösser bei Weidevieh als bei im Stall gefütterten Thieren.

Das dickste und derbste Leder, besonders als Sohlenleder für das Schuhwerk verwendet, liefern Stier- und Ochsenhäute, welche man im rohen unbearbeiteten Zustande grüne Häute nennt, und theils im frischen, ungetrockneten Zustande aus den nächstliegenden Metzgereien (eine frische Ochsenhaut, so wie sie vom Metzger kommt, wiegt 25—30 Kilogr., verliert aber bei Austrocknen etwas über die Hälfte am Gewicht), theils im getrockneten Zustande aus entfernten Gegenden bezieht. Letztere sind zum Theil nur getrocknet wie die aus Buenos-Ayres, zum Theil gesalzen und getrocknet,

wie die von Bahia und Fernambuk in den Handel gebrachten, bisweilen auch geräuchert. Ein dünnes, weniger dichtes Leder und von minder feinem Korn als die Stierhäute geben die Kuhhäute, welche zu leichten Sommersohlen gegerbt, unter dem Namen Vacheleder bekannt sind; die stärksten Kuhhäute stammen aus den südamerikanischen Ebenen, sie werden wie gesagt zu leichtem Sohlenleder, dann zu Oberleder u. dergl. verarbeitet. Die Häute der Kälber sind dünner als die der Kühe, aber dicker als die der meisten anderen Thiere und liefern gegerbt ein sehr zähes, dabei weiches und biegsames Leder (Kalbkid), welches besonders als Oberleder des Schuhwerkes (Schmalleder, Fahlleder), verwendet wird, während die Stirnhäute und stärkeren Kuhhäute nur als Sohl- und Pfundleder Verwendung finden. Die Pferdehäute sind dünn und geben ein fast nur zu Sattlerarbeiten benutztes Leder. Die Schaffelle liefern Leder von geringerer Stärke für Buchbinderarbeiten, Waschleder, gefärbtes Leder u. s. w. Die Häute der Lämmer und jungen Ziegen liefern Leder für Handschuhe, die Häute der ausgewachsenen Ziegen das beste Material für Saffian und Maroquin. Hirsch- und Rehhäute, sowie Gemsenfelle werden in der Regel sämischgegerbt und als Wildleder verwendet. Schweine liefern ein dünnes, äusserst festes, besonders für Sattelsitze verwendetes Leder. Seehundsleder wird seiner grossen Zähigkeit wegen vorzüglich zum Einfassen der Sattlerarbeiten verwendet.

Die einzelnen Arbeiten in der Lohgerberei lassen sich auf drei Hauptarbeiten, A. auf das Reinmachen der Haut auf der Fleisch- und der Narbenseite, mit anderen Worten auf eine Blosslegung des Coriums; B. auf das eigentliche Gerben, und C. auf eine Zurichtung der lohgaren Häute, um sie in Waare zu verwandeln, zurückführen.

A. *Das Reinmachen der Haut.* 1) Das Einweichen der Haut bezweckt nicht nur eine gleichförmige Erweichung und Ausstreckung der Haut, so dass man sie beliebig biegen kann, ohne dass Narbenbrüche sich bilden, sondern auch eine Entfernung anhängender Blut- und Fleischtheile auf der Fleisch- oder Aasseite. Ist die Haut genügend erweicht, so schreitet man 2) zum Reinigen der Fleischseite. Zu dem Ende bringt man die Häute mit der Haarseite nach unten auf den Schabebaum, einen halbrunden hölzernen Baum, der mit seinem hinteren Ende auf der Erde ruht, mit dem vorderen auf einem Kreuzholz oder Kreuzfuss. Das Schabeeisen besteht in einem eisernen nach dem Rücken zu etwas gekrümmten Messer mit stumpfer Schneide, und ist mit zwei hölzernen Handgriffen versehen. Der Arbeiter stellt sich vor den Schabebaum und streicht, indem er das Schabeeisen an den Handhaben mit beiden Händen fasst, die Haut von oben nach unten herab, wobei einerseits das Wasser ausgepresst, anderntheils die Haut gleichmässig gereckt und die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleischseite anhängende Unterzellgewebe, sowie die das Gewebe der Haut durchsetzenden feinen Gefässe und Nerven weggenommen werden. 3) Das Reinigen der Haar- oder Narbenseite oder das Abhaaren bezweckt die anatomische Scheidung der Lederhaut von der auf ihr liegenden Epidermis und den mit letzterer zusammenhängenden Gebilden, namentlich den Haaren. Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut — nicht in dem Corium, sondern nur in einer in das Corium tief hineinragenden

Einstülpung der Oberhaut — so fest, dass sie nicht, ohne abzureissen, ausgerauft werden können, das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, was sich mit dem Ansehen von gutem Leder nicht verträgt. Man nimmt daher in der Gerberei zu verschiedenen vorbereitenden Operationen seine Zuflucht, welche wie das Kalken beim Kalkäschen und die Gährung beim Schwitzen die Lockerung der Epidermis bezwecken sollen; beim Abstossen der Haare von den gekalkten oder vom Schwitzen kommenden Häuten wird daher hauptsächlich nur die Epidermis und zwar mit der in ihr befestigten Behaarung von der Lederhaut abgestossen; die Haare dienen dabei mehr als Handhabe.

a) Bei dicken Häuten, die zu Sohlleder bestimmt sind, wird als vorbereitende Operation zum Enthaaren das Schwitzen angewendet, da das Kalken, weil bei dickem Leder der Kalk nie ganz vollständig entfernt werden kann, das Leder hart und spröde machen würde. Das Schwitzen besteht in einer durch beginnende Fäulniss eingeleiteten Zersetzung der feuchten Haut, welche man jedoch auf die Auflockerung der Epidermis und Haarsäcke, sowie auf eine theilweise Fäulniss der noch in der Haut zurückgebliebenen fremdartigen Stoffe beschränken muss. Die Häute werden der Länge nach, mit der Fleischseite nach innen, zusammengelegt, nachdem man sie auf der Fleischseite mit Kochsalz eingerieben oder mit etwas Holzessig getränkt hat, und dann in einem an einem mässig warmen Orte befindlichen Kasten, dem Schwitzkasten, der mit einem Deckel verschlossen werden kann, übereinander geschichtet. Nach kurzer Zeit ist eine Steigerung der Temperatur und ein Geruch nach Ammoniakbasen wahrzunehmen, welchem sehr bald die Erscheinungen der Fäulniss folgen. Sobald letztere sich kundgeben, werden diejenigen Häute, deren Haare leicht ausgerauft werden können, sofort auf dem Schabebaume enthaart. Bei fabrikmässigem Betriebe wendet man anstatt der Schwitzkasten zweckmässig eine grosse, dicht verschliessbare Kammer an, deren Temperatur entweder mittelst directem Feuer oder frei einströmenden Wasserdämpfen oder durch Wasserheizung so ziemlich constant auf 30—50° C. erhalten wird. Um aller nachtheiligen Einwirkung auf das Corium vorzubeugen, wendet man häufig auch das kalte Schwitzverfahren an, bei welchem man die Häute in ausgemauerte oder mit Cäment überkleidete Gruben bringt, auf deren Boden ein hölzerner Kanal den Abfluss des Wassers, sowie das Eindringen von Luft gestattet. Die Temperatur der Grube ist auf 6—12° zu halten. Nach 6—12 Tagen tritt, ohne dass eine Spur von Fäulniss bemerkbar wäre, Auflockerung der Haare ein. b) Bei leichteren, nicht für Sohlleder bestimmten Häuten wendet man gewöhnlich das Kalken an. Die Behandlung der Haut mit Kalkmilch ist nicht nur eine vorbereitende Operation für das Enthaaren, sondern es wird auch das in der Haut enthaltene Fett verseift und in Kalkseife übergeführt, welche im Wasser zwar unauflöslich ist, aber durch die nachfolgende, theils mechanische, theils chemische Behandlung gleichfalls beseitigt wird. Die Kalkgruben, in welchen das Kalken der Häute vorgenommen wird, sind in den Boden eingelassene Bottiche, welche bis auf Dreiviertel ihrer Höhe mit Kalkmilch angefüllt werden. In diese Bottiche werden die Häute eingestossen, sodass sie unter der Flüssigkeit liegen. In der Regel wendet man drei oder fünf Kalkgruben an, von denen die eine immer grössere Mengen von Kalk enthält als die andere. Die Kalkmilch muss in den Gruben öfter umgerührt und die Häute täglich zweimal herausgenommen und neu eingeschlagen werden.

Die Häute bedürfen zur Gare eines 3—4wöchentlichen Verweilens in den Kalkgruben. c) Sehr dünne Häute kleiner Thiere vertragen weder das Schwitzen noch das Kalken; man pflegt sie daher mit sogenanntem Rhusma, einer salbenartigen Mischung aus 1 Th. Operment (Schwefelarsen) mit 2—3 Th. gelöschtem Kalk zu bestreichen, welches die Haare so erweicht, dass sie nach kurzer Zeit mit einem Schabmesser entfernt werden können. Es hat sich herausgestellt, dass das Calciumsulfhydrat das Rhusma in jeder Hinsicht ersetzt und in der Gerberei zum Enthaaren der Häute alle Beachtung verdient. Der Kalk, welcher zur Reinigung des Steinkohlengases gedient hat und viel Calciumsulfhydrat neben etwas Cyancalcium enthält, der sogenannte Gaskalk, hat in neuerer Zeit mehrfach, selbst bei stärkeren Fellen, zum Enthaaren Anwendung gefunden und zwar mit dem günstigsten Erfolge, indem das Leder fester, zäher, eleganter erscheint und mehr Gerbstoff aufnimmt.

Sobald die Häute auf die eine oder die andere Weise zum Enthaaren genügend vorbereitet sind, wäscht man sie aus und legt sie, einige übereinander, auf den Schabebaum, die Haarseite nach oben und den Strich der Haare aufwärts, sodass der Arbeiter mit dem stumpfen Schabemesser nach abwärts den Haaren entgegenarbeitet und letztere von der Narbe abstösst, eine Arbeit, die man das Abpälen nennt. Nach beendigtem Abpälen werden die Häute von Neuem gewässert, mit der Narbenseite abwärts auf einen breiten Schabebaum geschlagen und auf der Fleischseite mit dem Scheer- oder Finneisen, einem grossen, geraden, scharfen Messer mit Griffen an beiden Enden bearbeitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch etc. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen. — Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 Proc. am Gewichte.

4) Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute. Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem oder dialytischem Wege aufzuschwellen nnd sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile hauptsächlich Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blössen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswaschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, dass in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen

keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmässiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, grosse Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blössen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12—14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen. Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, dass hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dergl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blössen darin bearbeitet werden.

B. *Das Gerben der geschwellten Blösse.* Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblösst und aufgelockert, dass sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, dass eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Dritttheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt:

1) durch das Einsetzen in Gruben. Diese Art des Gerbens findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Lohgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichen- oder Fichtenholz, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcäment überkleidete Gruben, deren Anwendung, namentlich im Anfang, grosse Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Zuweilen bestehen die Gruben auch aus Liasschiefer- oder aus Sandsteinplatten. Eine Grube fasst 50—60 Sohlhäute. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der Narbenseite nach unten aus, streut wieder 3 Centimeter dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa $^1/_3$ Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schliessenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, dass es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überlässt man die Grube sich selbst. Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute etwa 8—10 Wochen. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu grosse Mengen flüchtige

und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, dass die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute 3—4 Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4—5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muss bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, sodass sie bis zu zwei Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das vier- bis sechsfache Gewicht der trockenen Haut. Die lohgare Haut wiegt nach dem Trocknen ungefähr 22 Kilogr. (mithin 10—12 Proc. mehr als die trockene Rohhaut). Die Gare der Haut giebt sich dadurch zu erkennen, dass sich beim Durchschneiden mit einem scharfen Messer eine gleichförmige, von fleischigen oder hornartigen Streifen freie Schnittfläche zeigt. Bei langsamem Biegen darf die Narbe nicht platzen oder brechen, das Leder nicht narbenbrüchig sein.

2) Die zweite Art des Gerbens, das Gerben in der Lohbrühe findet meist bei schwächeren Häuten statt. Die zu diesem Zweck angegebenen und üblichen Methoden sind sehr verschieden, kommen jedoch im Wesentlichen darin überein, dass namentlich auf gleichmässiges Schwellen der Häute gesehen werden muss, damit die Gerbstofflösung leicht eindringen kann, dass mit sehr verdünnten Lösungen begonnen wird, damit keine oberflächliche Gerbung die spätere Einwirkung auf den inneren Hauttheil erschwere, dass man oft umrühre, damit stets frische Gerbbrühe mit den Häuten in Berührung kommt, und dass man durch Herausnehmen und Abtropfenlassen der bereits theilweise erschöpften Flüssigkeit, durch Auspressen oder durch Walken das Eindringen neuer Flüssigkeit befördert, und dadurch viel Zeit gewinnt im Vergleich mit der sonst nur auf dem Wege der Endosmose stattfindenden Durchdringung der Haut mit Gerbstoff. Die Gerbebrühe wird durch Extraction der Gerbematerialien mit Wasser auf kaltem Wege bereitet. Leichtere Häute bedürfen zum Gerben in der Lohbrühe 7—8, schwerere 11—13 Wochen zur Gare.

Die hauptsächlichsten Vorschläge, die zur Abkürzung der Zeit des Gerbeverfahrens (Schnellgerberei) gemacht worden sind, lassen sich in folgender Weise classificiren: 1) Die Haut wird einfach in die Lohbrühe gelegt. Von der Idee ausgehend, dass durch den Druck, welchen die in dem Bottich oder der Grube übereinander liegenden Häute aufeinander ausüben, die Gerbeflüssigkeit auf die Seite gepresst und dadurch verhindert werde, auf die Gesammtoberfläche der Haut einzuwirken, trennt man zuweilen die einzelnen Häute durch Lagen von Wollstoff (Flanell) und die Zeugschichten wieder durch Lagen eines wasserdichten Stoffes. 2) Circulation der Gerbeflüssigkeit, bei welcher eine Anzahl Gerbebottiche durch ein Röhrensystem verbunden ist, und eine an den Röhren angebrachte Druck- und Saugpumpe die continuirliche Circulation der Gerbeflüssigkeit in den Bottichen unterhält. 3) Durch vermehrte Endosmose will man ebenfalls das Gerbeverfahren abkürzen. Man näht zu dem Ende die Häute zu Säcken zusammen, füllt sie mit Lohe und Wasser und bindet die Säcke zu, welche nun in Catechulösung

untergetaucht werden, deren spec. Gewicht durch Zusatz von Melasse erhöht worden ist, um, wie der Urheber dieser Methode meint, einen kräftigen Austausch der Flüssigkeit in den Säcken mit der ausserhalb befindlichen einzuleiten. Die Flüssigkeitsdiffusion oder Dialyse, mit welchem Namen Graham (1861) die durch eine colloïdale Zwischenwand bewirkte Trennung krystallinischer Körper von amorphen, deren Studium vielleicht den physikalischen Vorgang beim Gerbeprocesse zu erläutern geeignet ist, bezeichnet, war, als man diese Methode vorschlug, noch nicht bekannt. 4) Das Bewegen der in die Gerbeflüssigkeit getauchten Häute wird zur Beförderung des Gerbens häufig angewendet. C. Knoderer's Gerbeverfahren besteht ebenfalls zum Theil darin, dass man die Häute mit Auszug von Lohe und mit unausgezogener Lohe in Fässer bringt, dieselben verschliesst und sodann eine gewisse Zeit lang sich umdrehen lässt. 5) Eine Anwendung von mechanischem Druck findet ebenfalls zuweilen statt, so nimmt man z. B. von Zeit zu Zeit die Häute aus der Gerbeflüssigkeit, breitet sie auf ein durchlöchertes Brett aus und führt sie so unter einer Walze weg. 6) Der hydrostatische Druck ist in neuerer Zeit öfters zur Beförderung des Eindringens der Lohbrühe in die Häute angewendet worden. So näht man z. B. zwei Häute mit den Narbenseiten auf einander zu einem Sack zusammen, der mit Lohbrühe gefüllt und zwischen zwei hölzerne Gitter gelegt wird, deren Stäbe der Haut als Widerlager dienen. 7) Durch Punktation. Man hat gesucht, den Gerbstoff dem Innern der Haut dadurch zugänglicher zu machen, dass man eine Seite der Haut, die Aasseite oder die Narbenseite, vor dem Gerben auf einer Maschine mit Nadelstichen durchbohrt und so gewissermaassen künstliche Poren herstellt. Die Versuche von Knapp haben gelehrt, wie irrationell dieser Vorschlag ist, indem die Haut so durchdringlich und in dem Grade den Gerbestoffen zugänglich ist, dass ein Stück einer Kalbshaut in eine syrupdicke ätherische Lösung von Gerbstoff gelegt, in höchstens einer Stunde völlig gar und ausgegerbt ist. 8) Der luftverdünnte Raum zur Beförderung des Eindringens der Gerbebrühe in die Haut ist wiederholt in Vorschlag gebracht worden, indem man die Häute in ein verschliessbares Gefäss bringt, dessen Luft durch eine Luftpumpe ausgepumpt wird und in welches dann die Gerbeflüssigkeit kommt. In neuester Zeit hat Knoderer sich von Neuem auf das Princip des luftverdünnten Raumes als Mittel zum Schnellgerben geworfen. Combinirt man nach der von ihm beschriebenen Methode die drei Mittel: die Luftverdünnung, welche die Zellen der Haut ausdehnt und zugleich die Zersetzung des Gerbstoffs durch die atmosphärische Luft verhindert; die Bewegung, welche die Auslegung der Lohe beschleunigt und ein stetiges Auswalken der Häute bewirkt, und endlich die Wärme, als unvermeidliche Folge der Bewegung, welche die Lederbildung wesentlich befördert, so ergiebt sich eine bedeutende Zeitersparniss.

C. *Das Zurichten der lohgaren Häute.* Nach dem Ausgerben der Häute werden die Leder, um Handelswaare zu sein, noch dem sogenannten Zurichten unterworfen, eine Arbeit, welche in Deutschland von dem Gerber selbst vorgenommen, in Frankreich dagegen von dem Zurichter (*corroyeur*) besorgt wird. Die einzelnen Operationen des Zurichtens und ihre Aufeinanderfolge ist nicht bei allen Ledersorten gleich, sondern richtet sich nach der Art und Bestimmung des Leders. Am einfachsten ist die Zurichtung des Sohlenleders, wodurch man dem Leder auf mechanischem Wege, namentlich durch Hämmern diejenige Dichte zu geben beabsichtigt, welche

es ausserdem bei seiner Benutzung als Sohle annehmen würde. Sobald die Häute der Grube entnommen worden sind, wird die anhängende Lohe abgekehrt, worauf sie an einem schattigen Orte getrocknet werden. Wenn sie beinahe trocken sind, werden sie über einen ebenen und glatten Stein ausgebreitet und mit hölzernen oder auch eisernen Hämmern geschlagen. In grösseren Gerbereien wendet man zum Hämmern grosse, durch Dampf oder Wasser bewegte Schwanzhämmer an. Seit etwa 20 Jahren bedient man sich auch vielfach der Maschinen zum Lederklopfen. Die Zurichtung des Schmal- oder Fahlleders (hauptsächlich für Schuhmacher- und Sattlerzwecke) ist weit complicirter als die des Sohlenleders und nach der Bestimmung des Leders eine verschiedene. Die erste mechanische Operation, welcher die genannten Lederarten in der Regel unterworfen werden, ist das sogenannte Falzen (Ausschlichten, Dolliren), welches das Entfernen der rauhen überflüssigen Fasern, Knoten und Schorfen der Fleischseite, um der gegerbten Haut nicht nur eine durchaus gleichmässige Dicke, sondern auch die für die verschiedenen Anwendungen erforderliche Geschmeidigkeit zu geben, zum Zwecke hat. Die in Rede stehende Arbeit wird mit einem scharfen zweischneidigen Messer, dem Falz- oder Dollirmesser, verrichtet, indem man die zu bearbeitende Haut auf dem Falzbock, der dieselbe Form hat wie der Schabebock, mit der Narbenseite nach unten legt und mit dem Falzmesser schabt. Bei der Zurichtung von Ziegen-, Lamm- und Schafleder für Handschuhmacher, Portefeuillearbeiter u. dergl. wird das zu falzende Fell auf eine polirte Marmorplatte aufgespannt und jede unebene, rauhe und vorstehende Stelle der Haut durch das flach aufgelegte, etwas bogenförmig über die Fläche geführte Falzmesser hinweggenommen*). Den nämlichen Zweck wie das Falzen verfolgt das Schlichten und findet besonders dann Anwendung, wenn stärkere Schichten Leder hinwegzunehmen sind, wie es hauptsächlich bei dem für Schuhmacherarbeiten bestimmten Kalbleder vorkommt. Die gegerbte Haut wird nach dem Trocknen auf einem Rahmen, den Schlichtrahmen, aufgehängt, in der Weise, dass nur das eine Ende eingeklemmt ist, das andere dagegen vom Arbeiter mit einer Zange gepackt

*) Die beim Falzen der Leder in Masse sich ergebenden Lederspäne wurden früher nur als ein untergeordnetes Dungmittel verbraucht. Ch. Roullier & Co. in Paris haben es zuerst verstanden, diese Abfälle wiederum zu geformtem Leder umzugestalten und gut zu verwerthen. Sie gewinnen daraus das sogenannte künstliche Sohlleder (*cuir factice*), das ein viel gesuchtes Material für die Stiefelhacken oder Absätze und für Zwischensohlen abgiebt. Die Lederspäne werden durch einen billigen Leim oder Kleister zu grösseren Massen vereint und dann in der Presse unter starkem Druck zu Platten in beliebiger Stärke geformt. Die Fabrikation dieses Artikels hat eine ungemeine Ausdehnung gewonnen und wird auch in Deutschland durch Cornelius Heyl in Worms mit Erfolg betrieben. Eine Kopenhagener Lederfabrik nimmt trockne Lederabfälle, zerreibt solche zu feinflockigem Pulver und mischt das Anderthalbfache des Gewichts an gelöstem Kautschuk darunter. Diese so gewonnene Masse wird zu Sohlen, Riemen und Tapeten gepresst und dann noch mit einem dem Leder ähnlichen Anstrich versehen. (Deninger's Bericht über das Leder auf der Wiener Weltausstellung von 1873 p. 385.)

und dadurch angespannt wird. Den angespannten Theil schlichtet oder beschneidet er nun mit dem Schlichtmonde, einer eisernen, verstählten, etwas concaven und scharf geschliffenen Scheibe, etwa 18—30 Centimeter im Durchmesser und in der Mitte mit einem mit Leder eingefasstem Loch versehen, in welches der Arbeiter die Hand steckt und nun mit der convexen Schneide das Leder auf der Fleischseite hinwegnimmt. Zur besseren Bezeichnung der Stellen, die hinweggenommen werden sollen und damit die Schneide des Schlichtmondes besser eingreift, bestreicht man vor dem Schlichten die Fleischseite mit Kreide. In Folge des Trocknens des Leders kleben die Fasern der Haut etwas aneinander und die Narbe wird flach, glatt und ungleich. Um nun die Narbe des Leders zu heben und dem Leder selbst ein gleichmässiges und gefälliges Ansehen zu geben, wendet man die Operation des Krispelns an. Das hierzu angewendete Werkzeug, das Krispelholz, ist von hartem Holze, ungefähr 30 Centimeter lang und 10—12 Centimeter breit, auf der oberen Seite flach und eben, aber unten der Länge nach gewölbt, sodass es in der Mitte am dicksten ist. Die untere Seite ist der Quere mit parallelen Kerben versehen, welche von Zeit zu Zeit mit Hülfe einer Feile wieder zugeschärft werden. Oben ist an das Krispelholz ein Lederriemen befestigt, durch welchen der Arbeiter die Hand steckt. Das zu krispelnde Leder wird auf eine Tafel gelegt, am Tischrande mit eisernen Klammern befestigt, die Hautstelle, welche eben gekrispelt werden soll, wird umgebogen, das Krispelholz auf die Biegung oder Falte gesetzt und mit dem Leder, auf welchem sie liegt, hin- und herbewegt, sodass die Falte ebenfalls hin- und hergeht, wodurch die natürliche Hautnarbe gleichförmig zum Vorschein kommt. Der Vorgang zum Krispeln ist derselbe, als wenn man bei einem trockenen Stück Leder, dessen Narbenseite oben liegt, eine Ecke desselben über die Narbenseite aufschlägt, die flache Hand über die Falte legt und mit der Hand die Falte hin- und herrollt, wodurch sich die Narbe hebt und in ihrer natürlichen Beschaffenheit zum Vorschein kommt.

Solche Ledersorten, welche wie die zu den Krempeln und Cylindern dienenden keine Narbe zu besitzen brauchen, sondern glatt sein müssen, werden nach dem Falzen genetzt, mit einem Messer (dem Aussetzer) glatt gestrichen und dann wiederholt auf beiden Seiten mit Bimsstein abgeschliffen. Man nennt diese Arbeit das Ponciren oder Bimsen. Leder, welche nach dem Krispeln noch mehr Glanz erhalten sollen, wie in der Regel die gefärbten Leder, werden noch pantoffelt, d. h. es wird das mit der Narbenseite nach oben auf einer Tafel liegende Leder mit dem Pantoffelholz gerieben, nämlich ebenso behandelt wie mit dem Krispelholze. Das Pantoffelholz hat mit dem Krispelholze viel Aehnlichkeit, nur ist ersteres auf der unteren Seite statt mit Narben versehen, mit Korkholz (Pantoffelholz) belegt, welches auf der Aussenseite gut geglättet ist. Das Pantoffeln giebt nicht nur der Narbe Glanz, sondern verleiht auch der Aasseite ein zartes, sammetartiges Ansehen. Wo noch grössere Glätte verlangt wird, wie bei dem gelben lohgaren zu Sattlerarbeit bestimmten Leder (Blankleder), wird das Leder nach dem Krispeln und Pantoffeln auf eine Tafel gelegt und mit der Plattstosskugel die Narbe platt gestossen. Die Plattstosskugel besteht in einer vierkantigen Platte aus Eisen, die auf der unteren Fläche ihrer Länge nach gekerbt ist und oben mit einem hölzernen Handgriffe versehen ist. Nach dem Plattstossen wird das Leder auf der Narbenseite noch mit der Blankstosskugel oder dem Blankstosscylinder glatt und blank gerieben. Letz-

terer besteht aus einer Glaswalze von 0,3 Meter Länge und 10 Centimeter Dicke (ehedem ward statt des Cylinders eine mit Handhabe versehene Kugel von grünem Glase angewendet), womit das Leder auf dem Blankstossblocke, welcher mit dem Falzbock übereinstimmt, geglättet wird. Häufig wird auch das Sattelleder gepresst, um seine Narbe dem des Schweineleders ähnlich zu machen, welches weniger häufig zum Gerben kommt. Diese künstliche Narbe giebt man mit Hülfe von Walzen, deren Oberfläche stumpfe Erhöhungen haben, durch welche sich entsprechende Grübchen in das Leder eindrücken. Um das Leder gleichmässig auszudehnen und um Falten und andere Unebenheiten, die sich durch ungleiches Zusammenziehen beim Trocknen gebildet haben, fortzuschaffen, werden die Leder benetzt und auf einer Tafel ausgestrichen oder ausgesetzt. Das Ausstreichen geschieht mit einer stumpfen Streichklinge (Aussetzer, Ausstreicher), die mit einer hölzernen Handhabe versehen ist und senkrecht auf das auf der Tafel liegende Leder aufgesetzt wird. Die Klinge ist von Eisen oder von Messing oder (bei dünnem Leder) von Horn; und für starkes Leder mit stumpfen Zähnen versehen.

Die letzten Zurichtearbeiten bestehen, wenn es sich um Schmal- und Oberleder handelt, bei denen eine gewisse Geschmeidigkeit ein Haupterforderniss ist, in dem Einfetten des Leders, wozu früher Fischthran oder ein Gemenge von Fischthran mit Talg, gegenwärtig aber Gerberfett oder Dégras verwendet wird. Ein in Cöln a/Rh. fabricirtes und allen Anforderungen entsprechendes Dégras bestand in 100 Theilen aus

Fettsubstanz	64,58
Kali und fremden Salzen	18,75
Wasser	16,67
	100,00

Das Einfetten muss im nassen Zustande der Haut geschehen, und ist gewöhnlich die Operation, welche mit den ausgegerbten Häuten vorgenommen wird. Beim Aussetzen der eingefetteten oder geschmierten Häute an die Luft und in geheizte Räume wird das Fett von der Haut gebunden und verschwindet für die Wahrnehmung vollständig. Das gefettete Schmal- und Fahlleder hat daher eine doppelte Gerbung durchgemacht und ist daher zugleich loh- und fettgar. Es ist daher streng genommen nicht richtig, wenn man das Schmieren der lohgaren Häute nur als blosse Appretur betrachtet, es ist vielmehr ein wahrer zweiter Gerbeprocess. Die für Schuhe und Stiefel bestimmten Leder pflegt man auf der Fleischseite schwarz zu färben.

Unter Juften oder Juchten versteht man ein durch seine Festigkeit, Wasserdichte, so wie durch einen eigenthümlichen Geruch sich auszeichnendes, meist roth oder schwarz gefärbtes Leder, welches fast ausschliesslich in Russland verfertigt und von da in grosser Menge bezogen wird. Der Name Juften stammt von dem russischen Worte Jufti ab, welches ein Paar bedeutet, und scheint für die Juftenleder hauptsächlich daher abgeleitet zu sein, weil die Felle beim Gerben paarweise zusammengenäht werden. Man nimmt dazu gewöhnlich Häute von zwei- bis dreijährigen Rindern, doch bedient man sich auch der Rosshäute, der Kalb- und Ziegenfelle. Die bei der Fabrikation des Juchtenleders vorkommenden Operationen sind: 1) Das Reinigen der Häute wird wie gewöhnlich, und das Enthaaren mittelst Kalk ausgeführt; 2) das Schwellen verrichtet man entweder mit Sauerwasser aus

Gerstenschrot, mit ausgegerbter und sauer gewordener Lohbrühe, oder mit Kaschka (mit Wasser zu einem dünnen Brei zerriebenen Hundekoth); 3) das Gerben der Juchten geschieht mit der Rinde mehrerer Weidenarten, auch mit Birken- und Fichtenrinde, oder auch mit allen drei Arten von Rinden. Die Dauer des Gerbens beträgt 5—6 Wochen. 4) Die garen Häute werden aufgeschlagen, auf dem Schabebock aufgestrichen und mässig getrocknet, worauf sie mit Birkenöl getränkt werden. Dieses Oel gewinnt man in Russland durch Theerschwelerei aus der weissen Birkenrinde, es enthält die gewöhnlichen Produkte der trockenen Destillation des Holzes — Phenol, Kreosot und Paraffin. — Mit diesem Oel werden die auf einer Tafel mit der Fleischseite nach oben ausgebreiteten Häute mit Lappen eingerieben und dieses so lange fortgesetzt, bis die Haut vollständig mit dem Oel imprägnirt ist. Hierauf werden die getränkten Häute so lange gereckt, bis sie geschmeidig geworden sind. Die Häute werden hierauf auf der Narbenseite mit Alaunlösung bestrichen und nach dem Trocknen mit einer gekerbten Walze überfahren, um auf der Oberfläche ein beliebiges Korn zu bilden. Nunmehr werden die Häute getrocknet und dann gefärbt, indem man zwei Häute mit der Narbenseite übereinander legt, an den Kanten zusammennäht, so dass ein Sack daraus gebildet wird, in welchen man die Farbebrühe giesst. Zur rothen Farbe bedient man sich einer mit Kalkwasser bereiteten Abkochung von rothem Santelholz und Fernambukholz, zu welcher man etwas Potasche oder Soda gesetzt hat. Nach neueren Nachrichten soll man gegenwärtig nicht mehr die rothe Farbebrühe in die zusammengenähten Häute giessen, sondern damit mit Hülfe einer Bürste die Häute 5—6 Mal bestreichen. Die noch etwas feuchten Felle werden dann aufeinander gelegt, damit sie gleichmässig anziehen, hierauf auf der Fleischseite gefalzt, geschlichtet, gekrispelt und pantoffelt, auf der Narbenseite noch mit Thran und Birkenöl getränkt und mit Flanell abgerieben. Man verwendet bekanntlich das Juchtenleder zum Einbinden von Büchern öffentlicher Bibliotheken, wo es in Folge der riechenden Bestandtheile des Birkenöles, womit das Juchtenleder getränkt ist, die Insecten und Würmer vertreibt, zu Stiefeln, Säckler- und Riemerarbeiten.

Mit dem Namen S a f f i a n, M a r o q u i n oder t ü r k i s c h e s L e d e r wird ein aus Bock- oder Ziegenfellen bereitetes, sehr feines und weiches gefärbtes (nicht lackirtes) Leder bezeichnet. Man unterscheidet die *ächten* Saffiane (Maroquins) aus Ziegenfellen bereitet, die *unächten* Saffiane aus Schaffellen erhalten, gespaltene Schafleder und dünn ausgearbeitete Kalbleder für Buchbinder- und Portefeuillearbeiten. Für die Fabrikation von schönem Saffian ist eine sorgfältige Behandlung bei den Vorarbeiten unerlässlich. Die Felle werden durch Aetzkalk enthaart und müssen durch umsichtiges Beizen und Schwellen von allem Kalk befreit werden. Zum Gerben selbst wählt man nur solche Gerbematerialien, die wenig färbende Bestandtheile haben wie der Sumach. Die Operation des Gerbens geschieht in verschiedener Weise. Nach der im Orient üblichen Methode werden die Blössen in Form von Säcken zusammengenäht und dann mit einer Flüssigkeit angefüllt, welche aus einem Gemenge von kaltem Wasser und Sumachpulver besteht. Die Gerbebrühe durchdringt die zu Säcken ausgespannten Felle so rasch, dass in einem Zeitraum von drei Tagen die Gerbung derselben vollendet ist. Die nämliche Gerbemethode wird auch hin und wieder in Deutschland, seltener in Frankreich, allgemein aber in England bei Saffianen, un-

gespaltenen Schafledern und bei Kalbfellen in Anwendung gebracht. — Nach einem anderen Gerbeverfahren, welches hier und da in Deutschland, allgemein aber in Frankreich in Gebrauch ist, so auch in England für gespaltene Schafleder, bringt man die Blössen unter anhaltender Bewegung in passende Bottiche, welche das Gemisch von Wasser und Sumach enthalten; dieses Verfahren erfordert ungefähr acht Tage Zeit zu vollständiger Umwandlung der Blösse in Leder. Der Orient verarbeitet die rohen Ziegen- und Schaffelle nur so weit, bis sie gegerbt und getrocknet sind; selten nur werden sie dort gefärbt und zugerichtet. In diesem Zustande mit dem Namen Meschinleder bezeichnet, gehen sie nach Wien und über Leipzig, um von deutschen Fabrikanten mit Farbe versehen, geglänzt und appretirt zu werden. Das Zurichten der für Saffian bestimmten Leder besteht zunächst in dem Färben derselben, worauf sie die letzte Appretur erhalten. Das Färben geschieht entweder aus dem Troge α) (bei ächten Saffianen), oder mit Hülfe der Bürste β) (bei unächten Saffianen), α) Das Färben aus dem Troge geschieht in schmalen Trögen, in welche man aus einem grösseren Reservoir nur so viel Farbe von etwa 60° Temperatur giebt, als zur Färbung eines Felles erforderlich ist. Die gegerbten Felle werden mit der Aasseite nach innen der Länge nach zusammengelegt. Der Arbeiter nimmt ein Fell an dem zusammengelegten Rande und bewegt es in der Farbebrühe, bis dieselbe fast absorbirt ist. Hierauf versieht er den Trog von Neuem mit Farbe und verfährt ebenso mit einem zweiten Fell und so fort. So wie die Felle das Bad passirt haben, werden sie ausgebreitet und 2—4 Dutzend derselben über einander gelegt. Hierauf wendet man die Lage Felle um, sodass das erste Fell wieder nach oben kommt, und giebt dann von diesem an nach der Reihe das zweite Bad, und hierauf das dritte Bad. Dann werden die Felle geöffnet oder ausgebreitet, in reinem Wasser ausgewaschen und dann weiter appretirt. β) Unächte Saffiane erhalten ihre Farbe durch Aufstreichen der Farbebrühe mittelst der Bürste. Die Felle werden zu dem Ende vollständig durchgeweicht, dann glatt ausgestrichen und die Farbebrühen wiederholt aufgetragen. Es liegt auf der Hand, dass der Effect, welchen die Farbe macht, grösstentheils von der Beschaffenheit der Narbe des Saffians abhängig ist, weshalb man den Operationen des Zurichtens nach dem Färben die grösste Sorgfalt widmet. Zunächst werden die gefärbten Felle nach dem Trocknen mit einem Wolllappen mit etwas Leinöl auf der Narbenseite eingerieben, dann auf einer Glänzmaschine der Länge nach geglänzt und geglättet, hierauf werden sie in die Quere platirt, dann das zweite Mal schräg über die Platirung. Die gelb gefärbten Felle werden nicht geglänzt, weil sich sonst das Gelb ins Braune ziehen würde. Seit einigen Jahren spielen die Theerfarben in der Lederfärberei eine grosse Rolle.

Der Corduan, ein gefärbtes Leder, welches in früherer Zeit eine weit grössere Rolle spielte als heutzutage, ist von dem Saffian wesentlich nur durch die grössere Stärke der Felle und dadurch unterschieden, dass er seine natürliche Narbe behält, während diese beim Saffian platirt, d. h. künstlich gemacht ist. Er pflegt roth, gelb oder schwarz gefärbt zu werden.

Die Kunst, lackirtes Leder zu bearbeiten, dass es biegsam, geschmeidig, dauerhaft, vollkommen trocken, nicht klebend, schön schwarz und glänzend werde, gehört erst der neueren Zeit an, und erst seitdem ist es mehr und mehr steigendes Bedürfniss geworden, Fussbekleidung von lackirtem Leder zu tragen, Wagenverdecke und Wagenbekleidungen, Mützen

und Helmschirme und viele andere Gegenstände aus lackirten Häuten zu bereiten. Lackirtes Leder kommt in der Regel nur in schwarzer Farbe vor. Die Herstellung des ersteren besteht darin, dass man auf den entsprechend vorbereiteten Grund des nicht eingefetteten lohgaren, seltener öl- oder sämischgaren Leders, einen Lackfirniss aufträgt, welcher eine schwarze Farbe und die Eigenthümlichkeit hat, in der Kälte dickflüssig und zähe, in der Wärme aber dünnflüssig zu sein. Dieser dickflüssige Lack auf die Häute und Felle aufgetragen und dann in einen auf ungefähr 50° C. erhitzten Raum gebracht, wird dann dünnflüssig, breitet sich auf dem horizontal liegenden Leder gleichmässig aus und trocknet ein. Die Fabrikation der farbigen lackirten Leder weicht insofern von der eben beschriebenen Methode ab, als man bei ihr nur dünnflüssige Lacke anwendet und die Trocknung derselben nur in minder hohen Hitzgraden bewerkstelligt.

Zu den lohgaren Ledern gehört endlich auch noch das Instrumenten- oder Klavierhammerleder, welches seiner Bestimmung nach weich, aber doch sehr elastisch sein muss. Die Fabrikationsweise dieses Leders wurde lange Zeit als tiefes Geheimniss behandelt, gegenwärtig weiss man, dass dieses Leder halb in Thran, halb in Fichtenlohe gegerbt ist. Ohne die Narbe von der Haut abzustossen, wird es in Thran gewalkt, in Lauge gewaschen und auf der Narbenseite an der Sonne gebleicht. Dann kommt es in eine auf Handwärme abgekühlte Abkochung von Fichtenlohe, in welcher es so lange verbleibt, bis das Leder, ursprünglich weiss, eine Lohfarbe angenommen hat. Hierauf wird es übrigens wie sämischgares Leder zugerichtet. Unter dänischem Leder versteht man eine Sorte lohgares Handschuhleder, welches im Norden aus Fellen von jungen Ziegen, Lämmern und aus Rennthierhäuten mit Hülfe von Weidenrinde hergestellt wird und sich durch einen eigenthümlichen Weidengeruch, durch helle Farbe und grosse Geschmeidigkeit auszeichnet.

II. Die Alaun- oder Weissgerberei.

Die Alaun- oder Weissgerberei umfasst denjenigen Theil der Gesammtgerberei, welcher sich hauptsächlich gewisser Thonerdesalze zur Ueberführung der Haut in Leder bedient, das in diesem Falle alaun- oder weissgares Leder genannt wird. Man unterscheidet folgende drei Modificationen der Weissgerberei:

1) Die gemeine Weissgerberei verarbeitet Schaf- oder Hammel- und Ziegenfelle, welche dem Gerber entweder mit der Wolle oder bereits geschoren überliefert werden. Im ersten Falle sind bei der Behandlung der Felle besondere Rücksichten durch den Werth der Wolle geboten, da häufig der Gewinn des Gerbens mehr in dem Verkauf der Wolle (Gerberwolle, Raufwolle), als in dem des weissgaren Leders besteht. Die weisse Farbe, grosse Weichheit und zarte Narbe, welche man vom weissgaren Leder verlangt, führen grosse Sorgfalt bei den vorbereitenden Operationen mit sich, welche ausserdem mit den bei der Lohgerberei beschriebenen zusammenfallen.

Das Einweichen und Ausstreichen der Felle geschieht wie in der Lohgerberei und zwar letzteres ebenfalls mit einem Streichmesser. Der

Arbeiter legt einen Decher (Corruption von Decuria, 10 Stück) über den Streichbaum übereinander, und streicht ein Fell nach dem anderen auf der Fleischseite, die Schaffelle behufs des Reinigens der Wolle auch auf der Narbenseite aus, bis er zum letzten Fell gelangt, welches als unmittelbar auf dem Streichbaum liegend leicht verletzt werden könnte und deshalb auf den nächsten Decher gebracht wird. Die Felle werden hierauf enthaart; bei mit Haaren versehenen Häuten oder Schafhäuten, deren Wolle vorher abgeschoren wurde, geschieht das Enthaaren auf dieselbe Weise wie beim Lohgerben, nur werden die mit Kalkmilch hinlänglich behandelten Häute auf dem Streichbaum nicht mit dem Schabeeisen, sondern mit einem kurzen Holzstabe von der Wolle oder den Haaren befreit. Um den in den Häuten enthaltenen Talg so vollständig als möglich zu entfernen, kommen die enthaarten Blössen in den sogenannten faulen Aescher, worunter ein Reservoir verstanden ist, welches von Zeit zu Zeit aufgerührt ist und in Folge des öfteren Gebrauches thierische Substanzen in reichlicher Menge enthält, die unter Mitwirkung des Kalkes sich nach und nach zersetzen und dadurch zur Ammoniakentwicklung Veranlassung geben. Hierdurch wird ein guter Theil Fett aus den Häuten entfernt. Nach dem Behandeln im Kalkäscher werden die Häute im Schabebaum verglichen, d. h. es werden die zur Lederfabrikation unbrauchbaren Stücke, wie die Spitzen der Beine und des Kopfes, die Ohren, die Brustzipfel und der Schwanz behufs der Bereitung von Leim abgeschnitten. Um die letzten Mengen des Kalkes zu beseitigen und um die Häute zu schwellen, kommen dieselben in die Kleienbeize, in welcher sie 2—3 Tage bleiben. Dann werden sie herausgenommen, in Wasser gespült, ausgewunden und unmittelbar zum Gerben in die Gerbebrühe gebracht. Auf je einen Decher bereitet man eine Alaunbrühe aus 0,75 Kilogr. Alaun, 0,30 Kilogr. Kochsalz, 22,5 Liter Wasser. Von dieser heiss bereiteten Brühe giesst man 1 Liter in einen Waschtrog, lässt sie bis zur Handwärme abkühlen und zieht ein Fell ein oder zwei Mal durch, bis die Brühe das Fell überall gleichmässig imprägnirt hat. Nach dem Herausnehmen schichtet man die Felle auf einander, ohne sie auszuringen, lässt sie 2—3 Tage so liegen, wodurch sie die Gare bekommen, ringt sie dann aus und trocknet sie langsam, auf Latten aufgehängt.

Was die Theorie der Anwendung der Alaunbrühe in der Weissgerberei betrifft, so neigte man sich früher allgemein der Ansicht zu, dass nur das Chloraluminium darin — durch Umsetzung der Bestandtheile des Thonerdesulfates des Alauns und der Bestandtheile des Kochsalzes entstanden — wirksam sei, man glaubte, dass ein basisches Chloraluminium (Aluminiumoxychlorür) mit der Haut sich verbände, während saure salzsaure Thonerde in der Gerbebrühe zurückbliebe. Die Sulfate der Alkalien in der Alaunbrühe hielt man für Ballast. Dass essigsaure Thonerde anstatt der Alaunbrühe angewendet, von guter und schneller Wirkung sei, war ebenfalls bekannt. Die von Fr. Knapp angestellten Versuche haben aber gelehrt, dass bei der Aufnahme des Alauns durch die Hautfaser keine Zersetzung des Salzes stattfindet. Es wurden durch die Haut aufgenommen

von	Alaun	8,5 Proc.
„	Aluminiumsulfat	27,9 „
„	Chloraluminium	27,3 „
„	Aluminiumacetat	23,3 „

Die Thonerdesalze verbinden sich aber keineswegs mit der Haut unter allen

Umständen stets in obigen Verhältnissen, die Erfahrung lehrt im Gegentheile, dass die Häute aus concentrirten Salzlösungen mehr aufnehmen als aus verdünnten. Was die Rolle des Kochsalzes bei der Bereitung der Gerbebrühe betrifft, so ist das Kochsalz keineswegs nur das Mittel, das Thonerdesulfat des Alauns in Chloraluminium überzuführen (neuere Versuche von Knapp — 1866 — haben sogar gelehrt, dass bei Anwendung von 1 Mol. Kalialaun und 3 Mol. oder 37 Proc. Kochsalz, beide Salze sich nicht mit einander umsetzen), sondern es übt auch einen eigenen und zwar activen Einfluss aus, theils als eine die Wirkung des Alauns auf dialytischem Wege lebhaft befördernde Substanz, theils weil es auch als Lösung, gleich dem Alkohol, die Eigenschaft besitzt, den thierischen Geweben ihren Wassergehalt so weit zu entziehen, dass die Fasern beim Trocknen nicht mehr zusammenkleben, und somit bei der Lederbildung mitwirkt. (A. Reimer.)

Die gegerbten Felle schrumpfen beim Trocknen etwas ein und besitzen eine ziemliche Steifheit, welche ihnen durch die Arbeit des Stollens genommen wird; die Felle werden nämlich über den convexen Theil eines bogenförmigen Eisens, der Stolle, und zwar über die stumpfe Schneide der Breite nach hinweggezogen, um die Felle auszudehnen und alle Falten zu beseitigen. Das fertige Leder wird unter der Benennung „Weissleder“ in grossen Massen zu ordinärem Schuhfutter und dergl. verwendet.

2) Die ungarische Weissgerberei unterscheidet sich von der gemeinen Weissgerberei dadurch, dass sie dicke Ochsen-, Büffel-, Kuh- und Rosshäute zu Sattler- und Riemerarbeit, zuweilen auch Eberhäute und Farrenhälse für Dreschflegel verarbeitet, die Häute nicht in den Kalk bringt und sie nach dem Gerben mit Fett tränkt. Die rohen Häute werden blos eingeweicht, bis alles Blut und alle Unreinigkeiten entfernt sind, und dann enthaart; zu dem Ende werden die Häute, sowie sie aus dem Wasser kommen, mit einem scharfen Putzmesser abgeschoren. Hierauf kommen sie sofort in die Alaunbrühe, welche für eine Haut von ungefähr 25 Kilogr. Gewicht aus 3 Kilogr. Alaun, 3 Kilogr. Kochsalz und 20 Liter Wasser bereitet wird. Die Alaunbrühe wird im lauwarmen Zustande in einem länglichrunden Bottich auf die Felle gegossen, dergestalt, dass die Narbenseite nach oben gekehrt ist. Ein Arbeiter tritt alsdann mit den Füssen in dem Bottich einige Mal auf den Fellen herum, worauf sie acht Tage lang in der Brühe liegen bleiben. Nach dieser Zeit werden sie nochmals gut durchgetreten, worauf man das Leder auf Stangen trocknet. Nach dem Trocknen werden die Häute gereckt und dann mit Fett getränkt. Zu dem Ende werden die gegerbten Häute auf Stangen über Kohlenfeuer erwärmt, dann auf einem Tisch ausgebreitet und auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite mit geschmolzenem Talg eingerieben. Jede Haut erhält etwa 3 Kilogr. Talg. Nachdem dreissig Häute so getränkt worden sind, werden sie einzeln über einem Kohlenfeuer etwa eine Minute lang durch zwei Arbeiter hin und her gezogen, wodurch das Fett die Häute besser durchdringt, worauf man sie in der freien Luft, die Fleischseite einwärts gekehrt, aufhängt. Der Talg verbindet sich (wenigstens zum Theil) mit der Haut. Das Leder ist nun für die Verwendung fertig. Sein Hauptverbrauch ist zu ordinärem Pferdegeschirr, der sich in Frankreich so weit ausdehnt, dass man auch die Geschirre für die Artilleriebespannung daraus fertigt, da nicht leicht ein zweites Leder so viel Stärke und Zähigkeit besitzt, und auch nicht leicht ein anderes so rasch und so wohlfeil hergestellt werden kann.

3) Die französische oder Erlanger Weissgerberei befasst sich nur mit der Herstellung von Glacéhandschuhleder und von Leder für Galanterieschuhwaaren. Bei dem Leder für Glacéhandschuhe bleibt die Narbe der Felle unverändert, während bei waschledernen Handschuhen, welche mit Thran gegerbt werden, stets die Narbe der Felle abgenommen ist. Das alaungare Handschuhleder erheischt, weil es zu Luxusartikeln, den Glacéhandschuhen, verarbeitet wird, die Eigenschaften des Weissleders in hohem Grade, da diese Leder, wenn sie weiss bleiben, ein gleichmässiges Weiss erhalten sollen, und wenn sie gefärbt werden, dieses fast durchweg mit hellen und delicaten Farben geschieht. Nur durch sorgfältiges Behandeln der Felle in den vorbereitenden Operationen, durch pedantische Reinlichkeit, durch Fernhalten von Allem, was Flecke hervorrufen könnte wie Eichenholz, eisenhaltiges Wasser und dergl. ist man im Stande, diese Bedingungen zu erfüllen. Dazu gesellt sich noch der Umstand, dass die Handschuhe grosse Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, dabei möglichste Haltbarkeit und eine unversehrte Narbe besitzen müssen. Zu dem besseren Glacéhandschuhleder werden zwei Fellsorten verwendet; die eine theuere ist das Fell der nur mit Milch ernährten jungen Ziege (Zickel oder Kitz), die eine wohlfeilere ist das Fell des Lammes. Jedes dieser Felle liefert im Durchschnitt zwei Paar Handschuhe. Für Leder zu Galanterieschuhwaaren verwendet man die Felle junger Kälber (sogenannte Kalbkid).

Die Vorbereitungsarbeiten sind die gewöhnlichen der Weissgerberei, die Gerberei selbst weicht aber vollständig ab, indem die Felle mit einem Gerbebrei (der Nahrung) gegerbt werden, durch welchen sie nicht nur weissgar werden, sondern auch das zur völligen Geschmeidigkeit nöthige Oel erhalten. Dieser Brei besteht aus Weizenmehl, Eidotter, Alaun, Kochsalz, welche man mit Wasser zu einem flüssigen Brei anrührt. Das Weizenmehl bewirkt das Aufgehen des Leders, indem die Kleberbestandtheile und zwar als Thonerdeverbindungen von der Haut aufgenommen werden; die Stärke des Mehles tritt nicht in den garen Bestand des Leders ein. Das Eidotter wirkt durch seinen Gehalt an Eiweiss, aber viel wesentlicher durch seinen Gehalt an Eieröl, welches im Eigelb im Zustande einer natürlichen Emulsion sich findet. Es giebt dem Leder Weichheit und Zug, und dem Handschuh die Eigenschaft, sich nach der Hand zu modelliren, ohne Falten zu werfen, ohne eine empfindliche Spannung zu erzeugen, und ohne zu zerreissen. Emulsionirte Oele wie Mandelöle, Olivenöl, Thran, ja selbst Paraffin scheinen das Eieröl vollständig ersetzen zu können. Die Felle werden darin einige Zeit getreten und gewalkt. Dann werden sie durch einfaches Ausziehen gereckt, an der Luft, so schnell es geht, getrocknet, gelinde angefeuchtet, dutzendweise zwischen Leinwand gelegt, getreten, um sie zu erweichen und dann einzeln der Länge und Quere nach auf der Fleischseite bis zu genügendem Ausrecken über das Stolleisen gezogen, darauf getrocknet und nochmals gestollt, wodurch die letzten Spuren anhängenden Mehles entfernt werden und die erforderliche Geschmeidigkeit gegeben wird. Die Narbenseite nach aussen gekehrt, wird dieses Leder zu den Glacéhandschuhen verwendet, denen man durch Glätten oder Glänzen (mittelst der gläsernen Blankstosskugel oder mit Hülfe der Appretirmaschine), oder auch durch Ueberstreichen mit Eiweiss, Senegalgummi, Tragant oder Seife Glanz giebt. Das Färben der alaungaren Handschuhleder findet gewöhnlich auf der Narbenseite, seltener auf der Fleischseite statt und geschieht entweder durch Eintauchen oder durch Anstrich.

Letzteres Verfahren, unter dem Namen des englischen Verfahrens oder der Fixfärberei bekannt, ist das gewöhnlichere. Nach Knapp's Versuchen lässt sich ein schönes weiches Glanzleder erzeugen, wenn man Blösse aus Lamm- oder Ziegenfell in einer gesättigten alkoholischen lauen Stearinsäurelösung ausgerbt. Das so erzeugte Leder ist geschmeidig, von weisserer Farbe als gewöhnliches Glacéhandschuhleder und von ganz besonders schönem natürlichen Glanz der Narbe.

4) Die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen, von Knapp erfunden, scheint für die Gerberei von einiger Wichtigkeit werden zu wollen. Die gerbende Eigenschaft des Eisenoxydes ist längst bekannt und noch im Jahre 1855 liess sich Belford für England ein Patent auf ein Verfahren zur mineralischen Gerbung der Häute patentiren, welches auf der Anwendung des Eisenoxydes beruht. Es ist bis jetzt aber nicht gelungen, ein brauchbares Leder damit herzustellen. In einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Eisenchlorid färbt sich die Blösse rothbraun, in einer Lösung von Chromchlorid blaugrau, jedoch nach dem Trocknen erhält man schlechtes, narbenbrüchiges, oft ganz sprödes Leder, selbst dann noch, wenn die Gerbeflüssigkeit möglichst wenig oder keine freie Säure enthält. Es ist wahrscheinlich, dass die Eigenschaft des Eisenoxydes, durch Sauerstoffabgabe zerstörend auf die Faser einzuwirken, beim Brüchig- und Sprödewerden des mit Eisenoxyd gegerbten Leders eine Rolle spielt. Wird die Eisenchloridlösung vor dem Gerben mit so viel Natron (Soda oder Aetznatron) versetzt, als sie verträgt, ohne einen bleibenden Niederschlag zu bilden, so wird das Oxyd leichter und reichlicher auf die Faser niedergeschlagen; nebenbei hat man den Vortheil, dass die saure Reaction auf die Haut gehoben und eine dem Zusatz der Soda entsprechende Menge Kochsalz gebildet wird. Aus dieser Lösung nun gerbt sich die Haut weit leichter und mit voller Geschmeidigkeit. Das so gegerbte Leder hat jedoch das mit dem weissgaren gemein, dass es im Wasser die Gerbung verliert und deshalb nur für Gegenstände sich eignet, welche mit Wasser nicht in Berührung kommen. Um ihnen Widerstand gegen die Feuchtigkeit zu geben, sind die Metalloxyde auf der Faser in unlösliche Verbindungen überzuführen, welche zugleich der Biegsamkeit und Weichheit der Hautfaser sich anschliessen, die Raschheit der Gerbung befördern und möglichst haltbar auf der Faser fixirt sind. Hierzu eignen sich am besten die Verbindungen der Oxyde von der Formel R_2O_3 mit den fetten Säuren, mithin die Thonerde-, Eisenoxyd- und Chromoxydseifen, die in Wasser unlöslich, ferner biegsam sind und, was für die Praxis erheblich ist, sich durch doppelte Zersetzung aus in Wasser löslichen Verbindungen herstellen lassen. Bei der Ausführung der Gerbung mit unlöslichen Seifen giebt es zwei Wege, nach dem einen (minder zu empfehlenden) bereitet man zwei Bäder, eines mit Seifenwasser, welches 3—5 Proc. Kaliseife enthält, und ein zweites, eine Auflösung des gerbenden Salzes, welches 5 Proc. davon enthält. Die Blössen werden zuerst in die Salzlösung gebracht, fleissig darin bewegt, öfters zum Abtropfen herausgenommen, dann von Neuem hineingelegt, bis sie gehörig imprägnirt sind, wozu 1—2 Tage gehören. Nach dem Abtropfen kommen sie zum Ausgerben ebenfalls 1—2 Tage lang in die Seifenlösung. Nach beendigtem Gerben werden die Häute abgespült und getrocknet. Ein besseres Resultat und eine sattere Gerbung der Blösse erhält man nach dem zweiten Verfahren, nach welchem man die Seifenlösung mit der Alaunlösung ausfällt und in der entstandenen zarten schlammigen Masse die Haut durchknetet. Die

Knapp'sche Gerbung mit unlöslichen Seifen ist, wenn auch nicht im Princip, doch in der Tendenz einer Combination der Alaungerberei mit der Sämischgerberei ähnlich. Das mit der Thonerdeseife gegerbte Leder ist weiss und besitzt an Stelle der trocknen, fast kreidigen Oberfläche der weissgaren Leder eine weiche, glänzende und fettig anzufühlende Oberfläche. Gerbt man aus einer Flüssigkeit, die Eisen- und Chromsalze gemischt enthält, so erhält man ein Leder, dessen Farbe dem lohgaren Leder äusserst ähnlich ist.

III. Die Sämisch- oder Oelgerberei.

Die Sämisch- oder Oelgerberei wandelt die Felle von Hirschen, Elenthieren, Rehen, Hammeln, Schafen, zuweilen auch Kalbsfelle, dann auch Ochsenhäute (zu Riemen, Kuppeln und Bandeliers beim Militair) in Oelleder (ölgares oder sämischgares Leder) um. Das Gerbmaterial ist Fett oder Thran. Es findet hauptsächlich zu Bekleidungsgegenständen, namentlich zu Beinkleidern, Beuteln, Hosenträgern, Gamaschen, Westen, waschledernen Handschuhen, Bändern und Bandagen zu chirurgischen Zwecken Anwendung, wozu es sich in Folge seiner Weichheit, seiner wolligen Beschaffenheit und seines Zuges wegen besonders eignet. Da es im Wasser seine Gerbung nicht verliert und daher auch ohne Nachtheil gewaschen werden kann, nennt man es auch Waschleder. Die oberste Lage des Coriums, welche ihrer dichteren Beschaffenheit wegen, nicht dieselbe Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit besitzt wie die untere, also die Narbe, wird bei dickeren Fellen abgestossen; bei solchem ölgaren Leder fällt daher der Unterschied zwischen Narben- und Fleischseite hinweg. Das Abstossen der Narbe befördert zugleich das Eindringen des Fettes, welches unter der vereinigten Einwirkung von Luft und Wärme sich in Produkte umwandelt, welche mit der Hautfaser eine feste trockene Verbindung eingehen, in welcher der Fettgehalt nicht mehr physikalisch zu erkennen ist, namentlich hindert er nicht mehr das Eindringen des Wassers, dagegen nimmt es der Hautfaser das Vermögen, unter dem Einflusse des Wassers zusammenzukleben und einzuschrumpfen. Dünnere Felle, wie Felle von Ziegen und Lämmern, welche zu den feinen ölgaren Handschuhen dienen, behalten ihre Narbe der grösseren Haltbarkeit wegen und werden dann auf der Fleischseite nach aussen getragen.

Die für die Sämischgerberei bestimmten Felle werden ebenso vorbereitet wie in der Weissgerberei; da bei dem ölgaren Leder eine Schonung der Narbe nicht erforderlich ist, so werden die Haare nicht mit einer Schabe, sondern mit einem stumpfen Messer, dem Abstossmesser, abgestrichen, wobei zugleich die Narbe abgestossen wird. Die abgestossenen und durch Vergleichen von

den unbrauchbaren Endstücken befreiten Felle kommen behufs ihrer vollständigen Entkalkung und Schwellung in Kleienbeize. Hierauf werden sie ausgewunden und sofort in die Walke gebracht, um hier mit dem Fette getränkt oder gegerbt zu werden. Hierzu werden die Felle, die Narbenseite nach oben auf dem Tische ausgebreitet und mit Thran oder Oel bestrichen, dann zu Knäueln zusammengewickelt, unter eine Stampfwalke gebracht und 2—3 Stunden gewalkt, während dem man sie von Zeit zu Zeit herausnimmt, einige Zeit an der Luft liegen lässt und dann von Neuem ölt und walkt, bis sie genug Fett aufgenommen haben. Durch das wiederholte Aushängen an die Luft verlieren die Felle ihr Wasser allmälig und in dem Maasse, als das Wasser verdunstet, tritt das Oel an dessen Stelle; die Felle bleiben so lange der Luft ausgesetzt, bis die äussere Oberfläche abgetrocknet erscheint (anrauscht). Dass die Felle hinreichend Oel erhalten haben, erkennt man an einem eigenthümlichen scharfen, an Meerrettig erinnernden Geruch, welcher an die Stelle des Fleischgeruches tritt. Bereits während des Walkens, noch mehr aber während des Aushängens der Häute an die Luft, hat sich der Thran theilweise verändert und ist mit der Hautfaser in Verbindung getreten; ein anderer und zwar der grösste Theil des Thranes erfüllt aber nur mechanisch die Poren des Leders. Der Zweck der nächsten Arbeit ist daher der, die Felle einer Art, mit Temperaturerhöhung begleiteten Gährung auszusetzen, durch welche dieselbe Wirkung in kürzester Zeit erzielt wird, welche beim Aushängen der geölten Häute stattfand, und wodurch der grösste Theil des Thranes in Verbindung mit der Faser gebracht wird. Hierzu werden die Felle in die Wärmekammer gebracht, auf einem auf dem Boden ausgebreiteten Leinentuche zu einem konischen Haufen übereinander geworfen, mit Sorgfalt bedeckt, sich selbst überlassen und nur von Zeit zu Zeit gelüftet, damit die Häute sich nicht überhitzen. Das Zusammenlegen und Auseinanderwerfen der Haufen wird wiederholt, bis die Felle die erforderliche gelbe Farbe erhalten haben, welche ein Zeichen der beendigten Oxydation des Oeles ist. Das Behandeln der geölten Felle in der Wärmekammer nennt man das Färben in der Braut. Ungeachtet der Gährung ist noch ein Theil des Oeles (man rechnet gegen 50 Proc. des ursprünglich angewendeten) in der Haut im unverbundenen Zustande enthalten, welches durch eine lauwarme Potaschenlösung entfernt wird. Aus der ablaufenden weissen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Dégras oder Gerberfett heisst, und zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird. Die entfetteten Leder werden ausgerungen, getrocknet und gestollt, um ihnen die Geschmeidigkeit wieder zu ertheilen, welche sie durch das Trocknen zum Theil verloren haben. Das Rauh- oder Rauchleder ist ölgares Leder, dessen Narbe nicht abgestossen worden und dessen Fleischseite geschwärzt ist. Es ist seiner Milde und Weichheit wegen zu Damenstiefeln sehr beliebt. Ueber die Constitution des Oelleders ist zur Zeit nichts bekannt; man weiss nicht, welche Zersetzungsprodukte des Oeles (ob allein die der fetten Säuren oder vielleicht auch die des Glycerins) mit der Faser eine Verbindung eingehen.

Das Pergament ist kein Leder im eigentlichen Sinne, denn die Fasern der Haut, die zur Pergamentbereitung dient, ist weder durch Gerbstoff, noch durch Thonerdesalze, noch durch Thran, noch durch ein anderes Gerbematerial vor dem Zusammenkleben bewahrt, und lässt sich daher durch kochendes Wasser mit Leichtigkeit in Leim überführen. Das Pergament ist im Wesentlichen nichts anderes als die von Haaren befreite rohe Haut ein-

zelner und namentlich der kleineren Thiere, wie des Kalbes und des Schafes, welches von anliegendem Schmutz und Fleisch befreit, aufgespannt und getrocknet wird. Man unterscheidet eigentliches Pergament (parchemin, parchement), welches aus Schaffellen hergestellt wird, von dem Pergament, welches der Franzose *Vélin* oder *Parchemin vièrge,* und der Engländer *Vellum* nennt; letzteres ist feiner als das gewöhnliche Pergament und wird aus jungen Kalb-, Ziegen- und todtgeborenen Lammhäuten bereitet. Die verschiedenen Zwecke, denen das Pergament dient, bedingen bei der Fabrikation desselben einige Modificationen. Die Felle werden gereinigt, im Kalkäscher behandelt und enthaart. Nach dem Enthaaren werden die Felle gewaschen und von allem Fleisch befreit. Hierauf wird jedes Fell mit Schnüren und Wirbeln in einem Rahmen mit beweglichen Seiten (ähnlich dem Stickrahmen) der Art eingespannt, dass eine faltenlose Fläche entsteht. Das ausgespannte Fell wird nochmals ausgestrichen und dünn geschabt und darauf getrocknet. Einiges Pergament ist dann schon fertig und wird nur noch beschnitten; so stellt man z. B. das Trommelpergament aus Kalbfellen, das Pergament zu Pauken aus Eselshäuten dar. Bei Kalbfellen zu Trommelpergament entfernt man mit den Haaren auch die Narbe. Solche, die Farbe enthalten, für Büchereinbände bestimmt, werden genau wie Trommel- und Paukenfelle behandelt, nach dem Trocknen aber auf beiden Seiten mit einem halbrunden Messer geschabt, dessen Scheide umgebogen ist. Dadurch wird den ursprünglich glatten Flächen eine rauhe Oberfläche gegeben, wodurch diese geschickt wird zur Aufnahme von Farbe wie auch von Tinte. Die Vorbereitung der Felle zum Färben wie zum Schreiben ist nämlich eine und dieselbe, so wie auch die für jene Pergamentsorte, deren man sich zu Schreibtafeln in Brieftaschen und dergl. bedient, und welche die Schriftzüge des Bleistiftes aufnehmen soll. Dieses Pergament namentlich wird, nachdem es auf beiden Seiten abgeschabt, mit einer mageren Bleiweissölfarbe angestrichen, an deren Stelle auch häufig eine Leimfarbe aus Barytweiss oder Zinkweiss tritt. In England wendet man zur Herstellung des Schreibpergaments oder Vellums beinahe ausschliesslich jene Aas- oder Fleischseite an, welche man beim Spalten der Schafleder gewinnt. Oft wird das Pergament, nachdem es auf dem Rahmen getrocknet worden ist, gekreidet, geschabt und mit Bimsstein abgerieben. Zu Sieben (z. B. zum Körnen des Schiesspulvers) nimmt man vorzugsweise Schweinehäute.

Der ächte orientalische Chagrin ist eine Art schwach gegerbtes Pergament, dessen eine Seite körnig oder mit kleinen rundlichen Knötchen bedeckt ist; es wird in Persien, in der Türkei, in Astrachan und in den Donaufürstenthümern aus Pferdehäuten und den Häuten der wilden Esel hergestellt. Die Häute werden in Wasser geweicht, bis die Epidermis sich löst und die Haare abgenommen werden können. Die mit Hülfe eines dem Schlichtmond ähnlichen Werkzeuges enthaarten Häute werden von Neuem in Wasser eingeweicht, um eine Schwellung hervorzubringen, dann auf der Fleischseite gereinigt, und hierauf die Fleischseite und die Narbenseite so weit abgeschabt, dass das Corium, welches zurückbleibt, einer feuchten Blase ähnlich erscheint. Die so weit vorbereiteten Blössen werden, um die Erhabenheiten auf ihnen hervorzubringen, welche das Charakteristische des Chagrins bilden, in Rahmen eingespannt, und dann Allabuta (schwarze harte Samenkörner der wilden Melde, *Chenopodium album*) auf die Narbenseite gestreut und in die Haut entweder mit den Füssen eingetreten oder eingepresst. Sind die Häute trocken

und spröde geworden, so werden sie aus den Rahmen genommen und die Samenkörner durch Schütteln abgesondert. Die Häute erscheinen nun mit Vertiefungen bedeckt. Sie werden dann mit Schabemessern völlig geebnet und darauf geschwellt, gegerbt und gefärbt. Da alle eingedrückten Stellen sich beim Schwellen wieder ausdehnen und erheben, so entstehen dadurch die gewünschten Knötchen. Die Gerbung geschieht entweder mit Lohe oder mit Alaun, daher mancher Chagrin eine Art weissgares Leder ist. Man findet die Chagrinhäute im Handel von allen Farben, doch meist grün, welche Farbe dem Chagrin durch Kupfersalze ertheilt wird. Nach dem Färben werden die Häute mit geschmolzenem Hammeltalg getränkt.

Die Fischhaut oder der Fischhautchagrin kommt von verschiedenen Arten der Haifische (*Squalus canicula*, *S. catulus*, *S. centrina*), Rochen u. s. w. Die Haut dieser Fische ist nicht mit Schuppen, sondern mit harten Stacheln besetzt. Sobald die Häute von den Thieren abgezogen worden sind, spannt man dieselben straff auf, um sie zu trocknen und bringt sie entweder sofort in den Handel oder schleift vorher die Stacheln mit Sandstein ab. Man benutzte die blos getrocknete und noch mit den Stacheln versehene Fischhaut früher häufig zum Schleifen des Holzes. Jetzt giebt man zu diesem Zwecke dem Bimsstein und dem Sand- oder Smirgelpapier den Vorzug. Die von den Stacheln befreiten und gefärbten Häute dienen zu Etuis für Fernröhre, Brillen u. s. w.

Die Leimfabrikation.

In dem Organismus hauptsächlich der höheren Thiere finden sich gewisse Gebilde, welche sich durch die Eigenschaft auszeichnen, in kaltem wie in heissem Wasser unlöslich zu sein, durch fortgesetztes Kochen aber eine wesentliche Veränderung zu erleiden, in deren Folge sie sich lösen und beim Verdampfen der Lösung eine gelatinirende klebrige Masse (die Gallerte), beim vollständigen Austrocknen, je nach dem Grade der Reinheit der Gebilde, einen durchscheinenden oder durchsichtigen und spröden, in reinem Zustande geschmack-, geruch- und farblosen Körper zu liefern, welcher mit kaltem Wasser zusammengebracht, darin aufquillt und beim Kochen mit Wasser sich unverändert löst. Dieses Umwandelungsprodukt der (sogenannten leimgebenden) Gebilde ist der zum Zusammenfügen der Holzarbeiten, zur Aufhebung der Capillarität des Handpapiers, als Klärmittel, als Kitt in der Technik so vielfach angewendete Leim.

Die leimgebenden Stoffe kommen durchgängig organisirt im Thierkörper vor, in der Regel mit anderen organischen Verbindungen innig gemengt. Man rechnet zu ihnen das Bindegewebe, die Haut, Sehnen, die Ringsfaserhaut der Lymphgefässe und Venen, die Knochensubstanz (Osseïn), das Hirschhorn, den Knorpel, die Schwimmblase mancher Fische, die Fischschuppen etc. Der aus den verschiedenen leimliefernden Stoffen gewonnene

Leim zeigt, je nach seinem Ursprunge, in gewisser Hinsicht einige Unterschiede; namentlich hat man in chemischer Beziehung zwei verschiedene Leimarten zu unterscheiden, nämlich den Knochen- oder Hautleim (Glutin) und den Knorpelleim (Chondrin). In technologischer Hinsicht hat man auf diese Eintheilung nur so weit Rücksicht zu nehmen, als man die Knorpel (Rippen- und Gelenkknorpel) von der Leimfabrikation so viel als möglich ausschliesst, da die Erfahrung gelehrt hat, dass das Glutin dem Chondrin an Klebvermögen weit voranzustellen ist. Der Leim löst sich beim Kochen in Wasser leicht zu einer Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer Gallerte gesteht. Wasser, das noch 1 Proc. Leim enthält, gelatinirt noch beim Erkalten. Durch häufig wiederholtes Erwärmen und Erkalten oder längere Zeit fortgesetztes Kochen verliert der Leim die Eigenschaft zu gelatiniren. Essigsäure und verdünnte Salpetersäure verhindern das Gelatiniren der Leimlösung. Alaunlösung fällt den Leim erst nach Zusatz von Kali oder Natron; der Niederschlag besteht aus Leim und basisch schwefelsaurer Thonerde. Von Wichtigkeit ist seine Verbindung mit Gerbsäure, die in Wasser fast unlöslich ist; diese Verbindung ist constant zusammengesetzt und eignet sich als Mittel zur Bestimmung des Gerbstoffs in Vegetabilien. Aus seiner wässerigen Lösung wird der Leim durch gewisse Salze (Ammonsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumdithionit, Natriumsulfat etc.) und durch Alkohol gefällt. Der so erhaltene wasserarme Leim fault (nach H. Fleck) nicht mehr. Durch das Aussalzen soll der Leim an Bindekraft nicht nur nicht verlieren, sondern sogar gewinnen.

Der Haut- oder Lederleim. Die thierischen Stoffe, das Leimgut, aus denen der Fabrikant Leim darstellt, sind gewöhnlich Abfälle, wie der Gerberei, alte Handschuhe, Kaninchen- und Hasenfelle, die vom Hutmacher von den Haaren befreit wurden, ferner Katzen- und Hundefelle, Ochsenfüsse, Pergamentabschnitzel, Suronen (Felle, die für viele südamerikanische Droguen, wie z. B. Indig, als Verpackung dienen), Flechsen, Gedärme, Lederabfälle etc. Den Vorzug giebt er dem Abfall aus den Alaungerbereien und Handschuhfabriken, indem dieselben gereinigt und durch Kalk in einen aufbewahrungsfähigen Zustand versetzt, dem Leimsieder dargeboten werden. Die Verarbeitung des rohen Leimleders auf Leim zerfällt in folgende vier Operationen:

1) *Das Kalken des Leimgutes* hat zum Zweck die Reinigung der Abfälle und der Erreichung grösserer Haltbarkeit. Zu dem Ende behandelt man das Leimgut in grossen Gruben mit dünner Kalkmilch. Durch diese Operation werden die dem Leimgute adhärirenden Blut- und Fleischtheile gelöst und die Fettsubstanzen verseift. Nachdem dies geschehen, muss der anhängende Kalk entfernt werden. Zu diesem Behufe schliesst man das gekalkte Leimgut in Netze oder Weidengeflechte ein, die man in fliessendes Wasser oder in einen Brunnen hängt und der Einwirkung des Wassers mehrere Tage lang ausgesetzt lässt. Das gewaschene Gut breitet man an der freien Luft aus, um es zu trocknen und den Aetzkalk in Carbonat überzuführen. Sind die Materialien genügend getrocknet, so verpackt man sie und versendet sie an die Leimfabrikanten. In der Leimsiederei wird das getrocknete Leimgut vor dem Versieden nochmals in schwacher Kalkmilch macerirt und dann ausgewaschen.

2) *Das Versieden des Leimgutes* geschieht entweder durch Sieden oder durch Dampf. Die Art und Weise des Leimkochens influirt auf die Qualität

des zu erzielenden Leimes, was darin begründet ist, dass die Ueberführung des Leimgutes in Leim oder vielmehr in Gallerte unter dem Einflusse siedenden Wassers nur sehr langsam und nach und nach erfolgt; die zuerst entstandenen Portionen Gallerte bleiben aber der Einwirkung der Siedehitze ausgesetzt, bis alles Leimgut vollständig gelöst ist, in dieser Zeit erleidet sie jedoch wesentliche Veränderungen, namentlich verliert sie ihre Fähigkeit zu gelatiniren und bildet einen Leim von schwächerem Klebevermögen und weit dunklerer Farbe. Nach dem *älteren* Verfahren bringt man das Leimgut mit der erforderlichen Wassermenge in den Kessel und lässt so lange sieden, bis das Leimgut geschmolzen ist. Gesteht eine Probe der Lösung nach einiger Zeit zu einer ziemlich consistenten Gallerte, so ist das Versieden beendigt und die Flüssigkeit wird durch einen mit Stroh belegten Spankorb filtrirt und hierauf in die Decantirgefässe — Leimkufen — gebracht, in denen sie durch Absitzenlassen geklärt und hierauf in die Formen gelassen wird. Damit die Gallertlösung während der Decantirung flüssig bleibe, sind die Kufen — gewöhnlich hölzerne, inwendig mit Bleiblech überkleidete Bottiche — aussen mit schlechten Wärmeleitern (Sägespänen, Häcksel) umgeben. Das rationellste Verfahren des Leimsiedens besteht sicher in der Anwendung von Dampf, wobei man Hochdruckdämpfe mitten in das Leimgut strömen lässt. Hierbei bewirkt man in der kürzesten Zeit eine Schmelzung und erhält nur höchst concentrirte Lösungen, die sich in dem unteren Theile des Bottichs, in dem man das Schmelzen des Gutes vornimmt, ansammeln und somit der nachtheiligen Einwirkung der Hitze entrückt sind. In neuerer Zeit kommt der „Dampfleim“ im Handel häufiger vor als früher. Es ist wiederholt die Ansicht ausgesprochen worden, dass es vortheilhaft sei, den Leim erst bei beginnender Fäulniss des Leimgutes zu bereiten, nachdem man das letztere mit Chlor oder mit schwefliger Säure desinficirt habe. Es soll dadurch ein hellerer Leim erhalten werden. Ob diese Ansicht begründet ist, wollen wir dahingestellt sein lassen.

3) *Das Formen der Gallerte.* Sobald die Lösung der Gallerte in den Leimkufen hinreichend geklärt und etwas abgekühlt ist, schreitet man zum Giessen derselben in Formen, in welchen sie zu Blöcken aus Gallerte erstarrt, welche zu Leimtafeln zerschnitten und getrocknet werden. Die Formen sind von Fichten- oder Tannenholz, mitunter auch von Zink- oder Eisenblech, oben sind sie gewöhnlich etwas breiter, damit der Gallertblock leicht herausgenommen werden kann. Nachdem die Formen vollkommen horizontal gestellt worden sind, füllt man sie bis an den Rand mit der noch lauwarmen Leimlösung an und überlässt sie dann sich selbst. Ist der Gallertblock gehörig gebildet, so macht man denselben von den Wänden der Form los, worauf man die Form auf einer benetzten Platte umstürzt und dann aufhebt. Der auf der Platte zurückbleibende Block wird zunächst durch horizontale Schnitte in Tafeln zertheilt, die der Dicke einer Leimtafel entsprechen; die Tafeln werden hierauf vertikal in einzelne Tafelbreiten zerschnitten. Das Zerschneiden in horizontale Tafeln geschieht entweder mit Hülfe eines Klaviersaitendrahtes, der nach Art eines Sägeblattes in einen Rahmen gespannt ist, oder mittelst mehrerer Drähte, die in gleichen Entfernungen horizontal aufgespannt sind, unter welchen ein auf Leisten oder Rollen verschiebbarer Schlitten hin und her bewegt werden kann. Wird der Schlitten mit dem darauf liegenden Gallertblock durch den Rahmen geschoben, so wird die Gallerte in Tafeln zerschnitten. In neuerer Zeit (1869) bringt die Fabrik

von C. Stalling in Pieschen bei Dresden den Leim in Form von Gallerte in den Handel. Es ist erwiesen, dass die Kleb- und Bindekraft des Leimes durch den Process der Lufttrocknung bedeutend geschmälert wird, deshalb verdient der Vorschlag H. Fleck's (1871) den Leim aus seiner wässerigen Lösung durch Aussalzen mit Natriumdithionit oder Ammonsulfat als „Kernleim" in wasserarmer Form, in welcher er nicht mehr fault, abzuscheiden, Beachtung.

4) *Das Trocknen des Leimes* geschieht auf aus Bindfaden gefertigten Netzen, welche in Rahmen ausgespannt, auf luftigen Trockenböden der Sonne und der Luft ausgesetzt werden. Das Trocknen ist eine der schwierigsten Operationen in der Leimfabrikation, da die Temperatur der Luft und der hygrometrische Zustand derselben auf das Produkt, namentlich während der ersten Tage von wesentlichem Einflusse sind. Die Gallerte nämlich, die durch das Trocknen in Leim verwandelt werden soll, ist nur fest, so lange die Temperatur 20° nicht weit übersteigt; bei höherer Temperatur zerfliesst sie und erweicht wenigstens in der Weise, dass der Leim durch die Maschen des Netzes dringt und so kräftig die Fäden adhärirt, das man diese in siedendes Wasser bringen muss, um den Leim von den Netzen zu entfernen. Ist die Luft zu trocken, so werden die Tafeln, in Folge unregelmässigen Zusammenziehens krumm und rissig. Frostkälte verursacht ein Zerspringen der Tafeln und der Fabrikant muss fast immer zum Umschmelzen des Leimes sich entschliessen. Bei feuchter Witterung trocknet der Leim nicht, während der heissen Jahreszeit ist ausserdem, namentlich bei Gewittern, ein totales Verderben des Leimes zu befürchten. Es folgt daraus, dass eigentlich nur trockene Frühjahr- und Herbsttage zum Trocknen des Leims sich eignen. Oft schon haben die Leimfabrikanten es versucht, durch künstliche Wärme nachzuhelfen, aber meist ohne Erfolg, weil der geringste Wärmeüberschuss die Gallerte schmolz und man es gewöhnlich übersah, zu gleicher Zeit mit der Anwendung der Wärme den erforderlichen Luftwechsel eintreten zu lassen.

Der Knochenleim, welcher aus dem Knochenknorpel entsteht, der fast den dritten Theil (32,17 Proc.) vom Gewicht der Knochen ausmacht, kann aus den Knochen durch Behandlung derselben mit Salzsäure und darauf folgendes Schmelzen, oder durch Hochdruckdämpfe gewonnen werden. Die Darstellung des Knochenleimes mittels Salzsäure ist das gewöhnliche Verfahren. Am vortheilhaftesten ist es, wenn man die Knochenleimfabrikation mit der von Salmiak und Phosphor combinirt.

Die Darstellung des Knochenleims zerfällt in: 1) *Die Entfettung der Knochen* geschieht durch Auskochen derselben in einem eisernen oder kupfernen Kessel. Das Knochenfett begiebt sich auf die Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Um an Brennstoff möglichst zu sparen, nimmt man die ausgekochten Knochen durch Rechen aus der heissen Flüssigkeit und ersetzt sie durch frische Knochen, bis die Abkochung gallertartig wird. Letztere wird als Viehfutter oder als Dünger verwendet. Es ist auch vorgeschlagen worden, die Knochen mit Hülfe von Schwefelkohlenstoff zu entfetten. 2) *Die Extraction der entfetteten Knochen mittelst Salzsäure.* Nach der Entfettung und dem Abtropfenlassen bringt man die Knochen in Körbe und letztere in hölzerne Standgefässe, welche so hoch sind, dass die Körbe bis zur Hälfte der Höhe in dieselben einragen, hängt letztere an Stäbe oder Querbalken und setzt die Knochen der Einwirkung einer auf 7° B. (= 1,05

spec. Gewicht = 16,6 Proc. ClH) gebrachten Salzsäure aus. In der Säure lässt man die Knochen bis zu ihrer völligen Erweichung, was man daran erkennt, dass die Knochen durchscheinend geworden sind und nach allen Richtungen hin gebogen werden können; hierauf werden sie herausgenommen und nach dem Abtropfenlassen in fliessendes Wasser gebracht, hierauf in ein Gefäss mit Kalkwasser mehreremale eingetaucht und nochmals gewaschen. Nach dieser letzten Behandlung sind die Knochen zum Versieden genügend vorbereitet. — Anstatt der Salzsäure hat man vor einiger Zeit eine wässerige Lösung von schwefliger Säure zur Extraction der Knochen in Vorschlag gebracht. 3) *Die Ueberführung des Rückstandes in Leim.* Die vollkommen oder nur theilweise getrocknete Knochensubstanz (der Knorpel) wird in eine hohe, nach oben etwas weitere Stande gefüllt, welche einen oder mehrere Senkböden enthält, mit einem gutschliessenden Deckel und am Boden mit einer Ablassöffnung versehen ist. Die Knochensubstanz wird auf dem aus einem Lattengitter bestehenden Senkboden ausgebreitet. Durch eine passende Oeffnung im Deckel wird aus einem einfachen Destillirkessel Wasserdampf in eine Stande geleitet. Kurze Zeit nach dem Einströmen des Dampfes läuft ein Strom flüssiger Gallerte aus dem Ablassrohre, die gewöhnlich so concentrirt ist, dass sie sogleich in den Kästen abgegossen werden kann, worin sie zu den Blöcken erstarrt, aus denen die Leimtafeln geschnitten werden. Kommt nach einigen Stunden dünnere Gallerte, so öffnet man die Stande und bringt die aufgequollenen Leimklumpen mit der nicht genügend concentrirten Gallerte in einen kupfernen Kessel, um unter Kochen und Umrühren vollends aufzulösen. Nachdem die Flüssigkeit die gehörige Consistenz erreicht, giesst man sie in die Formen und verfährt übrigens wie bei der gewöhnlichen Methode der Darstellung von Leim. Das in dem Knorpel in kleiner Menge noch zurückgebliebene Kalkphosphat giebt dem Knochenleim ein milchiges Ansehen, das häufig noch durch Zusatz von Barytweiss, Zinkweiss, Bleiweiss, Kreide oder Thon vermehrt wird. Der Knochenleim bricht sich unter dem Namen Patentleim immer mehr Bahn.

Flüssiger Leim. Wenn man Leim mit einem gleichen Gewicht Wasser und einer kleinen Menge Salpetersäure behandelt, so erhält man eine Lösung, die noch alle Klebkraft des angewendeten Leimes besitzt, aber die Eigenschaft zu gelatiniren eingebüsst hat. Auf diesem Verfahren beruht die Darstellung des flüssigen Leimes, der sich bereits allgemein in Deutschland eingebürgert hat. Nach einer bewährten Vorschrift löst man 1 Kilogr. Kölner Leim in 1 Liter Wasser und setzt zu der Lösung nach und nach 0,2 Kilogr. Salpetersäure von 36° B. hinzu. Nachdem die stürmische Entwickelung von salpetrigen Dämpfen vorüber ist, lässt man die Flüssigkeit erkalten. Einen noch vorzüglicheren flüssigen Leim, als der ist, welchen man bei Behandlung festen Leimes mit Salpetersäure erhält, gewinnt man, indem man wasserhelle sogenannte Gelatine oder guten Kölner Leim im Wasserbade mit einer gleichen Quantität starkem Essig, ein Viertheil Alkohol und ein klein wenig Alaun auflöst. Unter dem Einflusse des Essigs behält dieser Leim auch in kaltem Zustande seine Flüssigkeit bei. Er ist sehr bequem bei einer grossen Anzahl kleiner Arbeiten, die keinen sehr guten Klebstoff erheischen, denn er ist stets für den Gebrauch bereit und hält sich unbegrenzt lange.

Der Fischleim. Die innere Haut der Schwimmblase der Fische aus der Ordnung der Knorpelganoiden, zu denen die Hausen *(Accipenser huso)*, der gemeine Stör *(A. sturio)*, der Wardick *(A. Güldenstaedti)* und

der Sterlet (*A. stellatus*) gehören, kommt im getrockneten Zustande unter dem Namen Hausenblase in dem Handel vor. Die aus den Stören, so wie verwandten Arten, die namentlich im caspischen Meere und den in dasselbe mündenden Flüssen, an den Ufern des schwarzen Meeres und in sibirischen Flüssen vorkommen, gewonnenen Schwimmblasen werden aufgeschnitten, gewaschen, ausgespannt und der Sonne ausgesetzt, bei einem gewissen Grade des Trocknens die äussere Muskelhaut, welche beim Kochen mit Wasser keinen Leim bildet, abgezogen, die innere Haut auf verschiedene Weise geformt (Kränze, Lyraform, Blätter), behufs der Bleichung den Dämpfen von brennendem Schwefel ausgesetzt und darauf völlig in der Sonne ausgetrocknet.

Vor einigen Jahren sind drei neue Leimsurrogate aufgetaucht, nämlich 1) der Kleberleim, 2) der Eiweissleim, 3) der Caseïnleim. Ersterer ist ein Gemisch von Kleber und gegohrenem Mehl und zeichnet sich durch eine sehr saure Beschaffenheit, jedoch durch geringes Klebevermögen aus. Der Eiweissleim ist ein durch angehende Fäulniss veränderter Kleber. Zu seiner Darstellung wäscht man den auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kleber mehrere Male mit Wasser, und setzt ihn einer constanten Temperatur von 15—25° C. aus. Unter diesen Umständen geräth der Kleber in Gährung, welche sich dadurch zu erkennen giebt, dass er bis zu einem gewissen Grade flüssig wird. Wenn dies soweit eingetreten ist, dass man leicht den Finger hindurch führen und ihn damit zertheilen kann, ist die Umwandlung beendet. Man giesst den flüssig gewordenen Kleber dann in Formen, welche den Leimformen ähnlich sind, und bringt diese Formen in einen auf 25—30° erwärmten Raum; nach 24—48 Stunden sind die oberen Schichten hart geworden; man nimmt dann die Täfelchen heraus, breitet sie, die hart gewordene Seite nach unten, auf Leinwand oder Drahtgewebe aus; bringt sie mit demselben wieder in den Trockenraum und lässt sie vollständig austrocknen, was in 4—5 Tagen stattfindet. Der so dargestellte Eiweissleim kann nun beliebig aufbewahrt oder versendet werden. Der Caseïnleim wird durch Auflösen von Caseïn in gesättigter Boraxlösung dargestellt. Man erhält so eine dickliche Flüssigkeit, die sich durch grosses Klebvermögen auszeichnet, und in vielen Fällen, namentlich in der Kunstschreinerei und bei Portefeuillearbeiten die Stelle des Leimes vertreten kann.

Die Phosphorfabrikation.

Der Phosphor, seit der Einführung der phosphorhaltigen Zündrequisiten eine höchst wichtige Substanz, kommt in verschiedenen Mineralien, doch nur in dem Apatit, Phosphorit und Staffelit (z. B. in dem von Amberg und Redwitz in Bayern und dem von Diez in Nassau), so wie ferner in den Knochen in solcher Menge vor, dass die Darstellung des Phosphors daraus möglich erscheint. Wenn man jedoch von den bis jetzt fruchtlos gebliebenen Versuchen absieht, die mineralischen Phosphate zur Phosphorfabrikation zu verwenden, so bilden die Knochen gegenwärtig das alleinige Material, aus denen der Fabrikant mit Vortheil den Phosphor gewinnt.

Die Knochen enthalten in dem Zustande, wie sie der Fabrikant verwendet
im trocknen, aber ungebrannten Zustande 11—12 Proc. Phosphor
als Knochenkohle 16—18 „ „
als weissgebrannte Knochen 20—25,5 „ „

Die Zusammensetzung der Knochenasche ist nach zwei Analysen:

	1.	2.
Calciumcarbonat	10,07	9,42
Magnesiumphosphat	2,98	2,15
Calciumtriphosphat	83,07	84,39
Fluorcalcium	3,88	4,05

Nach dem gegenwärtig üblichen von Nicolas und Pelletier herrührenden Verfahren werden die Knochen in weissgebranntem Zustande mit Schwefelsäure zersetzt:

a) Knochenasche $Ca_3(PO_4)_2$ } geben { Saures Calciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$
Schwefelsäure $2H_2SO_4$ } geben { Calciumsulfat 2 $CaSO_4$

und das saure Calciumphosphat mit Kohle gemengt in geeigneten Gefässen erwärmt, wobei zunächst das saure Calciumphosphat unter Abgabe von Wasser in Calciummetaphosphat übergeht:

$$\text{b)}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}Ca\\H_4\end{matrix}\right\}(PO_4)_2}_{\text{Saures Calciumphosphat}} - 2H_2O = \underbrace{Ca(PO_3)_2}_{\text{Calciummetaphosphat}};$$

hierauf wird bei weiterem Erhitzen bis zur Weissglut das Calciummetaphosphat in der Weise reducirt, dass $^2/_3$ des Phosphors des Calciumphosphates erhalten werden, $^1/_3$ aber im Rückstande verbleibt:

c) Calciummetaphosphat 3 Ca $(PO_3)_2$ und Kohle 10 C } geben { Calciumtriphosphat $Ca_3(PO_4)_2$, Kohlenoxyd 10 CO, Phosphor 4 P.

Dort, wo die Phosphorfabrikation als selbständiger Industriezweig auftritt, giebt man fast überall die leimgebende Substanz der Knochen (fast $^1/_3$ des Knochengewichts betragend) verloren; wird dagegen die Gewinnung des Phosphors neben der Fabrikation von Knochenleim, Salmiak und Blutlaugensalz betrieben, so werden die (nicht gebrannten) Knochen nach ihrer Entfettung mittels Salzsäure ausgezogen, die zurückbleibende organische Knochensubstanz wird zur Fabrikation von Knochenleim verwendet, dagegen der in der Salzsäure gelöste phosphorsaure Kalk mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und zur Phosphordarstellung verwendet. Die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit wird auf Salmiak verarbeitet.

Das gewöhnliche Verfahren der Phosphorfabrikation zerfällt in folgende vier Operationen:

1) Die auf Phosphor zu verarbeitenden Knochen werden zunächst weiss gebrannt. Der Zweck des Brennens der Knochen ist, alle organischen Bestandtheile vollständig zu zerstören. Die hierzu angewendeten Oefen haben gewöhnlich die Beschaffenheit der Kalköfen und zwar der mit ununterbrochenem Gange. Auf die Sohle des Ofens kommt eine Lage Holz, darauf die Knochen, man entzündet das Holz und unterhält durch Aufschütten von frischen Knochen das Feuer. Die weissgebrannten Knochen werden durch eine von der Ofensohle ausgehende Oeffnung gezogen, während mit dem Auffüllen frischer Knochen fortgefahren wird. 100 Kilogr. frische Knochen

liefern 50—55 Kilogr. weissgebrannte Knochen, die durch Walz- oder Pochwerke zertheilt und am vortheilhaftesten in ein grobes Pulver, dessen Korn Linsengrösse besitzt. verwandelt werden.

2) Die zerkleinerten weissgebrannten Knochen werden durch Behandeln mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt. 100 Kilogr. Knochenerde (mit ungefähr 80 Kilogr. Kalkphosphat) brauchen zu ihrer Zersetzung

106,73	Kilogr.	Schwefelsäure	von 1,52	spec. Gewichte,
85,68	„	„	„ 1,70	„ „
73,63	„	„	„ 1,80	„ „

Die von dem Niederschlage abgezogene Lauge hat ein spec. Gewicht von 1,05—1,07, entsprechend 8—10° B. Der Rückstand wird mit Wasser ausgelaugt und die hierbei erhaltene schwächere Lauge (= 5—6° B.) mit der ersten in die zum Abdampfen bestimmten Bleipfannen gebracht. Die durch nochmaliges Auswaschen des Rückstandes in den Bottichen erhaltene Flüssigkeit wird statt des Wassers mit Schwefelsäure gemischt und zum Aufschliessen von frischer Knochenerde verwendet. Das Abdampfen der sauren Flüssigkett bis auf 45° B. = 1,45 spec. Gew. geschieht in kleinen Pfannen, deren Boden auf eisernen Platten ruht; sie werden von dem abziehenden Feuer der Destilliröfen oder auch von dem Knochenbrennofen geheizt. Die zur erforderlichen Consistenz gebrachte Lauge wird mit Holzkohlenpulver (auf 100 Th. Lauge 20—25 Th. Kohle) und in gusseisernen Kesseln über Feuer getrocknet. Die zur Trockne gebrachte Masse besteht aus saurem Calciumphosphat, Kohle und Wasser (von letzterem 5—6 Proc.).

3) Das Erhitzen des Gemenges des sauren Calciumphosphates mit Kohle behufs der Destillation des Phosphors geschieht in Retorten aus feuerfestem Thone, die grosse Aehnlichkeit mit den zum Brennen der Nordhäuser Schwefelsäure dienenden haben. Die zum Erhitzen dieser Retorten dienenden Oefen sind Galeerenöfen, ähnlich den in den Vitriolbrennereien und Salpetersäurefabriken. Ein solcher Ofen enthält 24 Retorten, nämlich 12 auf jeder Seite. Der untere hintere Theil der Retorten liegt auf der einen Seite des Feuerraumes auf; der vordere Theil oder ihr Hals geht an der entgegengesetzten Seite durch eine Oeffnung heraus, welche nur lose vermauert wird. Durch diese Oeffnung bringt man überhaupt die Retorte in gehöriger Lage in den Ofen und auch aus ihnen heraus. Zwischen je zwei Retorten bleibt ein freier Raum von 12—15 Centim., damit die Flamme zwischen denselben hindurch gehen kann. Die Vorlagen, deren man sich in Deutschland bedient, bestehen aus zwei Theilen, sie sind von Töpferthon angefertigt und mit Bleiglasur versehen; der eine Theil derselben ist ein oben offenes cylindrisches Gefäss, der andere Theil ragt in den ersteren einige Zoll hinab und liegt durch einen deckelartigen Vorsprung auf ihm auf; oben endigt er sich in eine Oeffnung, welche einen kurzen Hals bildet. Zwischen diesem Halse und dem Rande, welcher in das untere Gefäss taucht, ist eine Röhre eingesetzt, die mit diesem Theil ein Stück ausmacht; sie hat am hervorragenden Ende einen so grossen Durchmesser, dass sie den Retortenhals bequem aufnehmen kann; innerhalb des Gefässes springt diese Röhre etwa 10 Ctmtr. vor, so dass sie durch Wasser gesperrt werden kann, und in demselben eintaucht, wenn der andere Theil der Vorlage damit gefüllt ist. Die Retorten werden mit 6 bis 9 Kilogr. der zu destillirenden Masse angefüllt, die Nischen werden mit Ziegeln zugesetzt, mit Lehm bestrichen und während der Ofen langsam durch ein schwaches Feuer angewärmt wird, legt man die Vorlagen mit Wasser an-

gefüllt an. In jede Vorlage wird ein kleiner Blechlöffel eingesetzt, an einem Draht befestigt, welcher dem Löffel als Stiel dient. Nach 6—8 Stunden allmählich verstärkter Feuerung hat sich das in der Masse noch befindliche Wasser zum Theil verflüchtigt, zum Theil mit der Kohle zu Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas umgesetzt, ausserdem entweicht schweflige Säure; nach dieser Zeit wechselt die Natur der Gase und es erscheinen brennbare Gase, die sich von selbst entzünden; diese Gase bestehen aus Kohlenoxyd und Phosphorwasserstoffgas, vielleicht auch zum Theil aus mit Phosphordampf gesättigtem Kohlenoxydgas. Anfänglich brennen sie mit hellleuchtender weisser Flamme, später mit bläulichgrünem Schein. In diesem Stadium verkittet man die Fugen zwischen Vorlagen und Retorten mit Lehm, so dass nur eine kleine Oeffnung bleibt, welche zum Entweichen von Gasen dient und die man mittels eines Drahtes offen zu erhalten sucht. Die Destillation des Phosphors beginnt, sobald an der offen gehaltenen Fuge am Retortenhalse etwas rothe Masse (amorpher Phosphor) sich ansetzt, wodurch die Fuge verengt oder verstopft wird, in deren Folge in der Vorlage Blasen wahrzunehmen sind, die sich von selbst entzünden. Sobald aus der Fuge die entzündlichen Gase austreten, setzt man in die Vorlage die oben erwähnten Blechlöffel so ein, dass der in der Röhre der Vorlage sich verdichtende Phosphor in die Löffel tropft. Den Gang der Destillation beurtheilt man am besten an der Quantität von Phosphor, die in einem gewissen Zeitraume in die Löffel tropft; man hebt letztere von Zeit zu Zeit so weit empor, dass man ihren Inhalt sieht und leert denselben unter dem Wasserspiegel aus, so dass man den noch ferner übergehenden Phosphor immer wieder besonders erhält und folglich im Stande ist, die übergegangene Menge zu beurtheilen. Die Entwicklung brennbarer Gase hört, nachdem sie einmal begonnen hat, während der Dauer der Operationen keinen Augenblick mehr auf; wenn man die besprochene Fuge offen erhält, oder wenn man anstatt der Vorlagen Töpfe anwendet, die mit einem durchbohrten Knopfe zum Ausströmenlassen der Gase versehen sind, so ist ununterbrochen ein blaues Flämmchen wahrzunehmen. Während der Dauer der Destillation erhält man das Wasser in den Vorlagen einigermaassen kalt. Nachdem etwa 46 Stunden fortgeheizt und endlich fast die Weissglühhitze erreicht worden ist, nimmt die Menge des übergehenden Phosphors so ab, dass das weitere Feuern sich nicht mehr lohnt. Die Vorlagen werden nun abgenommen und der darin befindliche Phosphor, welcher in Folge von Beimengung von Siliciumphosphor, Phosphorcarburet und amorphem Phosphor braun, roth, schwarz und weiss ist, in einen Bottich unter Wasser ausgeleert. Der Ofen wird nach dem vollständigen Erkalten aufgebrochen, die Retorten werden ausgenommen und mit Hülfe eines eisernen Spatels gereinigt, worauf man dieselben und den Ofen von Neuem beschickt. 100 Kilogr. der in die Retorten gebrachten Mischung liefern etwa 14,5 Kilogr. feuchten, rohen Phosphor, welcher nach dem Umschmelzen und Abtrocknen ungefähr 12,6 Kilogr. wiegt.

4) Um den rohen Phosphor zu reinigen, bediente man sich ehedem des Durchpressens des geschmolzenen Phosphors durch sämischgares Leder. In neuerer Zeit reinigt man in den französischen Fabriken auf andere Weise, nämlich a) durch Filtration über grob gepulverte Knochenkohle. Nach einem zweiten Reinigungsverfahren b) bedient man sich poröser Platten aus Charmottenmasse, welche in eiserne Cylinder gesenkt und mit einer Dampfmaschine in Verbindung gesetzt sind; in den Cylindern enthaltene gespannte

Wasserdämpfe pressen den geschmolzenen Phosphor durch die porösen Platten. Um das Verstopfen der Poren der Platten zu verhüten, mengt man den rohen Phosphor vorher mit Kohlenpulver. Der (noch phosphorhaltige) Kohlenrückstand wird entweder in besonderen Retorten destillirt oder dem Retorteninhalte vor der Phosphorgewinnung beigemischt. Man soll nach dieser Methode von 100 Kilogr. Phosphor 95 Kilogr. gereinigten erhalten. In Deutschland führt man fast allgemein das Reinigen des Phosphors durch Destillation desselben aus gusseisernen Retorten aus. Der Retortenhals taucht 15—20 Millimeter tief in das Wasser ein, welches in einem Kübel vorgestellt wird und überläuft, sobald eine Portion Phosphor den Inhalt der Schale vermehrt. Der zu destillirende rohe Phosphor wird in einem kupfernen Kessel unter Wasser geschmolzen und mit 12—15 Proc. seines Gewichts angefeuchteten Sandes gemengt und dann in die Retorte gefüllt, in Quantitäten von 5 bis 6 Kilogr. oder so viel, dass, wenn er schmilzt, die Retorte nicht überläuft. Zuweilen reinigt man auch den Phosphor ohne Destillation auf chemischem Wege, indem man in dem Kupferkessel, dessen man sich zum Schmelzen des rohen Phosphors bedient, auf 100 Kilogr. Rohphosphor eine Mischung von 3,5 Kilogr. englischer Schwefelsäure und 3,5 Kilogr. Kalibichromat setzt. Es findet ein schwaches Aufschäumen statt und der unter der grünen Flüssigkeit stehende Phosphor ist fast farblos und durchscheinend geworden, so dass er nach dem Auswaschen mit Wasser sofort in Stangenform gebracht werden kann.

Es bleibt nun noch übrig, dem Phosphor eine bequeme Form zu geben, welche seit Alters her in langen, dünnen Stangen besteht. Man erreicht dies, indem man ihn in Glasröhren formt. Man taucht das eine Ende der Röhre in den unter Wasser geschmolzenen Phosphor und saugt mit dem Munde langsam am andern Ende, bis die Röhre fast ganz mit Phosphor angefüllt ist. Hierauf schliesst man die untere Oeffnung der Röhre mit dem Finger, nimmt sie heraus und taucht sie rasch in kaltes Wasser; der Phosphor erstarrt schnell und wird aus der Glasröhre mit Hülfe eines Holz- oder Glasstabes entfernt.

Ein anderes Verfahren, den Phosphor zu formen, ist von Seubert angegeben worden. Der von ihm angewendete Apparat besteht aus einem eingemauerten kupfernen Kessel, aus dessem flachen Boden ein oben offener Kanal von Kupfer gelöthet ist, der in einen Wasserbehälter mündet. In dem Kessel befindet sich ein kupferner Trichter mit horizontaler Röhre, welcher zur Aufnahme des Phosphors bestimmt ist und 8—10 Kilogr. desselben fasst. Der horizontale Theil des Trichters endigt mit einem Hahn und neben diesem mit einer Erweiterung, an welche eine kupferne Platte, in der zwei Glasröhren befestigt sind, angeschraubt wird. Der offene Kanal ist durch eine wasserdicht schliessende Scheidewand aus Holz abgetheilt, die die Communication des Wassers in beiden Theilen des Kanals hindert und zugleich den Röhren zur Stütze dient. Der Trichter wird nun mit Phosphor gefüllt und dann der Kessel so weit erwärmt, dass der Phosphor schmilzt. Da sich bis zur Scheidewand erwärmtes Wasser befindet, so wird, wenn man den Hahn öffnet und wieder schliesst, anfangs etwas Phosphor durch die Röhren ausfliessen, darin aber erstarren und somit die Röhre verschliessen. Oeffnet man nun den Hahn wieder, so kann man mit Hülfe des erstarrten Theils des Phosphors, welcher aus der Röhre hervorragt, die hinter demselben sich bildende Phosphorstange abwechselnd aus der einen und der anderen Röhre herausziehen und sie ab-

schneiden. Will man den Phosphor nicht in Form von Stangen, sondern in Körnerform bringen, so bringt man auf kaltes Wasser, das in einem Bottich sich befindet, eine 6—8 Centimeter hohe Schicht heisses Wasser, so dass beide Schichten sich nicht miteinander mengen und lässt mit zum Theil geöffnetem Hahn des Seubert'schen Apparates geschmolzenen Phosphor tropfenweise ausfliessen. Jeder Tropfen erstarrt, sowie er in das kalte Wasser kommt, zu einer harten Masse. Die weit bequemere Körnerform des Phosphors sollte der Stangenform vorgezogen werden.

Nach einer von Gentele herrührenden Methode der Gewinnung von Phosphor unter gleichzeitiger Darstellung von Salmiak (und Knochenleim) sättigt man den in Salzsäure aufgelösten phosphorsauren Kalk mit kohlensaurem Ammoniak, welches man als Nebenprodukt bei der Bereitung von Thierkohle erhalten hat, und verwendet ihn zur Phosphordarstellung. Die über dem Niederschlag stehende Salmiaklösung wird auf Salmiak verarbeitet. Gerland schlug ferner vor, die Phosphate aus den Knochen mit einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure zu extrahiren und diese Lösung zu erwärmen, wobei die schweflige Säure entweicht, die in einem Koksthurme aufgefangen und immer wieder von neuem verwendet wird; die Phosphate werden dabei unlöslich niedergeschlagen.

Der gereinigte, unter Wasser aufbewahrte und vor der Einwirkung des Lichtes geschützte Phosphor ist zuweilen vollkommen farblos und durchsichtig, gewöhnlich aber etwas gelblich gefärbt und durchscheinend. Sein spec. Gew. = 1,83—1,84. Bei mittlerer Temperatur ist der Stangenphosphor weich wie Wachs. In der Kälte ist er spröde. Er lässt sich nicht zu Pulver zerreiben, wol aber kann man ihn fein zertheilt erhalten, wenn man ihn unter Wasser schmilzt und dies dann bis zum Erstarren des Phosphors schüttelt. Der Phosphor schmilzt bei 44—45° und bleibt zuweilen, nachdem er geschmolzen wurde, beim langsamen Erkalten, namentlich unter alkalischer Flüssigkeit, längere Zeit flüssig, erstarrt aber dann beim Berühren mit festen Körpern plötzlich. Der Phosphor siedet bei 290° und verdampft schon merklich bei gewöhnlicher Temperatur (das Rauchen des Phosphors an der Luft rührt nicht, wie man früher glaubte, allein von der Bildung von phosphoriger Säure, sondern auch und zwar hauptsächlich von der Bildung von Antozonnebel und von salpetrigsaurem Ammoniak her). Der Phosphor löst sich in Form von Phosphordampf in sehr geringer Menge in Wasser, in Alkohol und Aether ist er sehr schwer löslich, leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, Chlorschwefel und Phosphorchlorid; er löst sich auch, obwol in geringer Menge, in fetten und ätherischen Oelen. Bis auf 75° erhitzt, entzündet sich der Phosphor an der Luft, also auch bei der Reibung muss diese Temperatur erreicht werden, ehe eine Entzündung eintritt; der rothe oder amorphe Phosphor, der aus dem gewöhnlichen Phosphor durch längere Zeit fortgesetztes Erhitzen bis auf etwa 260° entsteht, entzündet sich durch Reibung nicht oder erst, nachdem er wieder in den gewöhnlichen Phosphor übergeführt worden ist, wozu eine Temperatur von ungefähr 300° gehört.

Der Phosphor des Handels ist nie ganz rein, sondern enthält häufig kleine Mengen Schwefel, Arsen, von der zur Zersetzung der Knochenerde dienenden Schwefelsäure herrührend, und zuweilen auch etwas Calcium. Ausser zur Herstellung von Zündrequisiten findet der Phosphor in neuerer Zeit auch bei der Fabrikation von Brandgeschossen (*Fenian Fire* oder *Liquid*

Fire, wobei er in Schwefelkohlenstoff gelöst zum Füllen der Bombe dient), so wie bei der Bereitung gewisser Theerfarben und endlich seit einigen Jahren als Zusatz zu gewissen Kupferlegirungen (Phosphorbronze) Anwendung.

Im Jahre 1848 machte v. Schrötter in Wien die wichtige und interessante Entdeckung, dass die schon von E. Kopp 1844 wahrgenommene Eigenschaft des gewöhnlichen Phosphors, unter der Einwirkung des Lichtes und unter anderen Verhältnissen, eine rothe Farbe anzunehmen, auf der Umwandlung des Phosphors in eine allotropische Modification beruhe, welche mit dem Namen des amorphen oder rothen Phosphors bezeichnet wurde. Es hat sich gezeigt, dass diese Umwandlung am leichtesten vor sich geht, wenn man den gewöhnlichen Phosphor bei Abschluss von Luft und Wasser längere Zeit auf etwa 250^0 erhitzt. Im Grossen stellt man ihn in einem von A. Albright in Birmingham empfohlenen Apparate dar.

Der rothe Phosphor bildet entweder ein glanzloses, scharlachrothes bis dunkelcarmoisinrothes Pulver, oder er bildet eine röthlichbraune cohärente Masse, welche spröde, oft metallisch glänzend ist, einen muschligen Bruch besitzt und auf der Oberfläche mitunter fast eisenschwarz ist. Sein spec. Gew. = 2,1. Er löst sich nicht in Schwefelkohlenstoff und andern Lösungsmitteln des gewöhnlichen Phosphors, bleibt an der Luft unverändert, und lässt sich bis zum Siedepunkte des gewöhnlichen Phosphors (290^0) erhitzt, wieder in letzteren überführen. Mit trockenem chromsauren Kali zusammengerieben, entzündet sich der rothe Phosphor, ohne zu explodiren. Mit Salpeter verbrennt er nicht beim blossen Zusammenreiben, sondern erst beim Erwärmen ohne Geräusch. Mit chlorsaurem Kali verpufft er leicht und heftig. Mit Bleisuperoxyd verpufft er beim Zusammenreiben schwach, beim Erwärmen unter heftiger Explosion.

Das Verhalten des rothen Phosphors gegen verschiedene Oxyde liess mit Recht erwarten, dass er mit Vortheil statt des gewöhnlichen Phosphors zur Zündmasse der Zündrequisiten werde angewendet werden können, wobei auch die Umstände, dass er nicht giftig ist, dass er bei gewöhnlicher Temperatur nicht verdampft und sich nicht oxydirt und dass er nicht so brennbar ist wie gewöhnlicher Phosphor, daher weniger gefährlich beim Transport ist, zu Gunsten des amorphen Phosphors sprachen. Die Praxis der Zündrequisitenfabrikation, obgleich sie sich lange gegen die Anwendung des amorphen Phosphors gesträubt, hat (siehe Zündrequisiten) seit einigen Jahren die rothe Modification in eigenthümlicher Form adoptirt, so dass, wenn nicht alle Anzeichen trügen, der amorphe Phosphor in dieser Beziehung noch eine bedeutsame Rolle spielen wird. Seit einem Jahrzehnt etwa findet der rothe Phosphor zur Erzeugung des Jodphosphors behufs der Darstellung von Jodamyl, Jodäthyl und Jodmethyl Anwendung, mittelst deren Cyanin, Aethylviolett und ähnliche Theerfarben dargestellt werden. Mit Kaliumchlorat gemischt bildet der amorphe Phosphor Armstrong's Mischung, die in England zum Füllen von Bombenraketen verwendet wird.

Die **Phosphorproduktion** (1874) ist approximativ folgende:

England.	3000 Centner
Frankreich und Italien .	1800 „
Zollverein und Oesterreich	1200 „
Im Ganzen	6000 Centner,

zu deren Fabrikation 72,000 Centner Knochen gehören.

Die Zündrequisiten.

Ausser den uralten Feuerzeugen von Eisenblech zum Küchengebrauche, in welchen Stahl, Feuerstein und Zunder aufbewahrt wurden, und dem Feuerstahl, Schwamm (durch Klopfen erweichter *Boletus fomentarius*) und Stein, sind hier die sogenannten **chemischen Feuerzeuge** (obgleich in der eigentlichen Bedeutung des Wortes ein jedes Feuerzeug ein chemisches ist), und die **Streich-** und **Reibzündhölzer** zu erwähnen.

Die sogenannten **chemischen Feuerzeuge** bestehen aus mit Asbest gefüllten Gläschen, deren Inhalt mit concentrirter Schwefelsäure getränkt ist und den Tauchzündhölzchen. Letztere sind gewöhnliche Schwefelhölzchen, deren Schwefelende mit einem Gemisch von 3 Th. chlorsaurem Kali, 1 Th. Schwefelblumen, Colophonium, etwas Gummi- oder Tragantschleim und Zinnober (als Farbe) versehen ist. Beim Gebrauche tupft man dieses Ende in das Fläschchen. So wie die Schwefelsäure mit dem chlorsaurem Kali in Berührung kommt, zersetzt sich die Chlorsäure in chlorige und unterchlorige Säure, welche Zersetzung von Feuererscheinung begleitet ist, wodurch der Schwefel und durch diesen das Holz entzündet wird.

An die Stelle der vorstehenden Feuerzeuge sind gänzlich die **Reibzündhölzchen** getreten, deren Herstellung in folgende *drei* Theile zerfällt.

1) *Die Herstellung der Hölzer.* Als Holz dient Birken-, Tannen-, Fichten-, Aspen-, seltener Föhrenholz, zuweilen auch Buchenholz und Cedernholz. Die Zündhölzer sind entweder vierkantig (mit mehr oder minder ausgebildeten Seitenflächen) oder rund, im letzteren Falle sehr regelmässig und glatt. Die viereckigen stellt man am einfachsten, aber auch am wenigsten schön durch **Zerspalten** von würfelförmigen Holzklötzchen dar, welche die Länge eines einzelnen Hölzchen haben. Das Spalten ist überall dem **Hobeln** durch Maschinen gewichen, wodurch mit Leichtigkeit zierlich geformte runde Stäbchen entstehen.

2) *Die Bereitung der Zündmasse* geschieht auf folgende Weise: Der Leim, das Dextrin oder das Senegalgummi wird mit Wasser bis zur Consistenz eines dünnen Syrups aufgelöst, bis auf 50° erwärmt und dann der Phosphor nach und nach eingerührt und mit dem Rühren fortgefahren, bis aller Phosphor zu einer weissen salbenähnlichen Emulsion vertheilt ist. Zu dieser Masse setzt man hierauf die übrigen, vorher fein zerriebenen Zusätze unter sorgfältigem Umrühren. Zur Erzeugung einer guten Zündmasse ist es unerlässlich, dass der Phosphor in der rechten Menge vorhanden sei. Zu

viel Phosphor ist ebenso nachtheilig als eine zu geringe Quantität. Abgesehen von dem Umstande, dass ein zu grosser Phosphorgehalt die Zündmasse unnöthig vertheuert, macht er sie auch in einzelnen Fällen zum Entzünden des Schwefel- oder Stearinüberzuges und folglich auch des Hölzchens untauglich, da die durch die Verbrennung des Phosphors sich bildende Phosphorsäure sich an den zu entzündenden Theilchen absetzt und diese mit einem zarten glasartigen Ueberzuge bedeckt, welcher genau so wie eine Wasserglasschicht das Ausbrechen in Flammen verhindert. Das beste Verhältniss scheint $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ Phosphor zu sein, vorausgesetzt, dass man die Masse auf die gewöhnliche Art durch Schmelzen des Phosphors in Leimlösung u. dergl. darstellt. 1 Kilogr. Phosphor reicht für 1,200,000 Stück englischer und für 2 Millionen Stück deutscher Zündhölzchen. Von den Metalloxyden, welche man der Zündmasse zusetzt, giebt man gegenwärtig einem Gemenge von braunem Bleisuperoxyd mit Salpeter oder einem Gemenge von ersterem mit salpetersaurem Bleioxyd, durch Verreiben der Mennige mit Salpetersäure in der Wärme und Liegenlassen der Masse durch mehrere Wochen erhalten, den Vorzug. Als Beispiel der Zusammensetzung der Zündmassen mag folgende Vorschrift angeführt werden:

Phosphor	1,5 Th.	
Senegalgummi	3,0 „	
Kienruss	0,3 „	
Mennige	5,0 „	Das Gemisch beider eingetrocknet.
Salpetersäure von 40° B.	2,0 „	

3) *Das Betupfen und Trocknen der Hölzchen.* Um die Hölzchen an dem einen Ende mit Schwefel und mit der Zündmasse überziehen zu können, müssen sie in hinreichender Entfernung von einander befestigt sein. Hierzu dienen kleine Bretter, deren obere Seite der Quere nach mit 50 rinnenförmigen Vertiefungen versehen ist von solcher Breite und Tiefe, dass gerade ein Hölzchen hineingeht. Eine Arbeiterin legt in jede Furche des Brettchens ein Hölzchen, legt dann ein zweites Brettchen darauf, dessen untere Seite zum Festhalten der Hölzchen zwei aufgeleimte Flanellstreifen enthält, dessen obere Seite aber wieder zur Aufnahme einer neuen Reihe Hölzchen gefurcht ist. Um den so entstehenden Stapel zusammenzuhalten, haben die Brettchen nahe an jedem Ende ein rundes Loch; durch die Löcher schiebt man Stangen, die an dem obern Ende Schraubengewinde enthalten. Man schraubt die Brettchen fest, sobald 20—25 derselben übereinander gelagert sind, nachdem die vorderen Enden der Hölzchen durch Aufstossen auf eine gerade Fläche in eine Ebene gebracht sind. Neuerdings hat man sich mit Frfolg bemüht, die Arbeit des Hölzchensteckens mittels Maschinen verrichten zu lassen. Der zum Schwefeln bestimmte Schwefel wird in einem flachen vierseitigen Kasten, in dessen Mitte, möglichst horizontal, ein völlig ebener Stein liegt, durch ein gelindes Feuer flüssig erhalten. Man bringt so viel Schwefel in den Kasten, dass der flüssige Schwefel fortwährend etwa 1 Centimeter hoch die Platte bedeckt, in welchen man die Enden sämmtlicher in einen Rahmen eingespannter Hölzchen eintaucht, so dass sie auf den Stein aufstossen, und schleudert, nach dem Herausnehmen, den Ueberschuss des anhängenden Schwefels in den Kasten zurück. Bei feineren Hölzchen ersetzt man den Schwefel durch Stearinsäure oder Paraffin, welche jedoch nicht, wie der Schwefel, die Oberfläche bedecken, sondern das Holz ganz durchtränken sollen. Zu dem Ende taucht man die scharf getrockneten Hölzchen in die geschmolzene und stark

erhitzte Fettmasse und lässt ihnen dabei die nöthige Zeit, sich zu erwärmen und das Fett durch Capillarität aufzusaugen. Das Auftragen der Zündmasse (Betupfen) geschieht auf dieselbe Weise wie die des Schwefels, nur befindet sich die Phosphormischung in dünner Schicht gleichmässig ausgebreitet auf einer völlig horizontal liegenden Steinplatte. Die zum Trocknen der Hölzer dienenden Trockenräume enthalten die zum Aufhängen der Rahmen nöthigen Gerüste und werden am besten durch ein System von Dampfröhren geheizt. Die Zündhölzer sollen sich dabei in solcher vertikaler Lage befinden, dass die in Gestalt eines Tröpfchens am Ende befindliche Masse herabhängt. — Die geruchlosen (Salon- oder Irishölzchen) Zündhölzchen werden nach dem Trocknen der Zündmasse mit gefärbten Harzlösungen überstrichen und nicht selten zuletzt mit Collodiumlösung überzogen.

Die sogenannten Antiphosphorfeuerzeuge bestehen 1) aus Zündhölzchen, deren Zündmasse keinen Phosphor enthält, sondern nur in einer mit einem Bindemittel angemachten Mischung von Schwefelantimon und Kalichlorat besteht, und 2) aus amorphem Phosphor, welcher unter Zusatz eines rauhen, die Reibung vergrössernden Körpers mit Leim gemengt auf Pappe oder Holz, oder wie bei den Pariser Zwitterzündhölzchen an das entgegengesetzte Ende des Zündhölzchens befestigt ist. Die Zündhölzchen entzünden sich durch Reibung an jener Reibfläche sehr leicht, aber nicht an anderen rauhen Flächen, weshalb sie der Gefahr zufälliger Entzündung nicht unterliegen. Die besten Zündrequisiten der letzten Art sind die wirklich vortrefflichen Säkerhets-Tändstickor der schwedischen Fabrik Jönköping, deren Fabrikate in Deutschland die österreichischen Zündrequisiten bereits vollständig verdrängt haben. Jettel (1870) verwendet zur Reibfläche an den Schachteln der schwedischen „Sicherheitszündhölzchen" ein Gemenge aus gleichen Theilen amorphem Phosphor, Schwefelkies und Schwefelantimon. Zum Bestreichen von 1000 Schiebeschachteln (à 50 Hölzchen Inhalt) auf beiden Seiten reichen circa 80 Grm. des trocknen Gemenges. Die Masse der Hölzchen besteht beispielsweise aus 5 Th. Kaliumchlorat, 2 Th. Kaliumbichromat, 3 Th. Glaspulver und 2 Th. Gummi. Auch England producirt gegenwärtig grosse Mengen der „*Safety Matches*".

Eine grosse Wichtigkeit scheinen die „giftfreien Zündhölzchen" von B. Forster und F. Wawra in Wien erlangen zu sollen, denen sich in jüngster Zeit (1872) die von H. Hochstätter in Langen bei Darmstadt beigesellt haben. Bei ihnen ist der amorphe Phosphor unmittelbar mit der Zündmasse in dem Zündholzköpfchen vereinigt, so dass diese Hölzchen sich gleich den gewöhnlichen Phosphorhölzern an jeder beliebigen Reibfläche — wiewol, da sie Kaliumchlorat enthalten, nicht ganz geräuschlos — entzünden.

Von den Reibzündhölzchen, die keinen Phosphor enthalten und auch keiner phosphorartigen Zündfläche bedürfen, sind zu erwähnen die aus der Fabrik von Kummer und Günther in Königswalde bei Annaberg in Sachsen, deren Masse nach einer Analyse von Wiederhold aus

Kaliumchlorat . . .	8 Th.
grauem Schwefelantimon	8 „
oxydirter Mennige . .	8 „
Senegalgummi . . .	1 „

besteht. Oxydirte Mennige ist ein variables Gemisch von Bleisuperoxyd, Bleinitrat und unzersetzter Mennige. Die von Wiederhold in Cassel im

Jahre 1861 vorgeschlagene sehr beachtenswerthe und hier und da in die Praxis eingeführte Zündmasse ist zusammengesetzt aus

Kaliumchlorat	. . .	7,8 Th.
Bleihyposulfit	. . .	2,6 „
arabischem Gummi	.	1,0 „

Unter allen bis jetzt bekannten phosphorfreien Zündmassen ist die Wiederhold'sche Masse ohne Widerrede die vorzüglichste. Jettel (in Clausthal) giebt folgende Mischungen zu phosphorfreien Massen an:

	a.	b.	c.	d.
Kaliumchlorat . . .	4	7	3	8
Schwefel	1	1	—	—
Kaliumbichromat . .	0,4	2	—	0,5
Schwefelantimon . . .	—	—	—	8
Goldschwefel	—	—	0,25	—
Bleinitrat	—	2	—	3

Neuerdings hat R. Peltzer auf die Anwendbarkeit des Kupfer-Natrium-Hyposulfits zur Herstellung einer phosphorfreien Zündmasse aufmerksam gemacht. Das Bleichlorit ($Pb\,Cl_2\,O_4$) ist ebenfalls zu gleichem Zwecke vorgeschlagen worden.

Die Knochenkohle.

Die Knochenkohle (Spodium, Beinschwarz) erhält man durch Verkohlen von Knochen. Die von Derosne (1812) empfohlene und von Dumont (1828) realisirte Anwendung dieser Substanz in der Zuckerfabrikation macht sie zu einem der wichtigsten Körper der chemischen Technik. Wenn man Knochen vor dem Zutritt der Luft geschützt, glüht, so zersetzt sich die organische Substanz und geht zum Theil über als Knochenöl, zum Theil auch als kohlensaures Ammoniak. Als Rückstand bleibt eine schwarze Masse, die noch vollkommen die Knochenstructur beibehalten hat.

Ehe man die Knochen verkohlt, müssen dieselben zur Entfernung des Fettes mit Wasser ausgekocht und getrocknet oder mit Schwefelkohlenstoff extrahirt werden. Das so erhaltene Fett (5—6 Proc. vom Gewichte der Knochen) giebt ein werthvolles Nebenprodukt der Knochenkohlefabrikation ab. Man verkohlt die Knochen entweder auf die Weise, dass man die flüchtigen Produkte dabei auffängt, oder dass man dieselben verbrennen lässt. Im ersteren Falle bringt man die Knochen in eiserne Retorten oder Cylinder, ähnlich denen, in welchen die Steinkohlen behufs der Leuchtgasfabrikation verkohlt werden, und fängt die bei der Verkohlung entweichenden Produkte in Vorlagen und Kühlapparaten auf. Die in Deutschland angeblich gemachte Erfahrung hat aber gelehrt, dass man auf diese Weise eine minder entfärbende Kohle erhält, als wenn man die Knochen in eisernen Töpfen verkohlt und die flüchtigen Produkte verbrennen lässt. Man benutzt daher jetzt allgemein in Deutschland die ältere Methode (in England und Schottland wendet man dagegen allgemein Retorten an), die so ausgeführt wird, dass

man eiserne Töpfe mit zerschlagenen Knochen füllt, die Töpfe über einander stürzt, die Fugen zwischen den Mündungen mit Lehm verstreicht und die Töpfe in den Brennraum eines Ofens bringt, in welchem sie durch die Flammen eines daneben liegenden Feuerraums erhitzt werden. Nach einiger Zeit entzünden sich die aus den Fugen der Töpfe austretenden Dämpfe von selbst und bewirken das fernere Verkohlen der Knochen, dessen Beendigung man an dem Aufhören der Dämpfeentwickelung erkennt. Auf diese Weise erhält man 55—60 Proc. Knochenkohle, in der die eigentliche Kohle mit fast der zehnfachen Menge ihres Gewichtes an mineralischen Bestandtheilen gemengt ist. Eine Analyse getrockneter Knochenkohle gab in 100 Theilen: 10 Th. Kohle, 84 Th. phosphorsauren und 6 Th. kohlensauren Kalk. Beim Liegen an der Luft zieht die Knochenkohle 7—10 Proc. Feuchtigkeit an. Die verkohlten Knochen werden durch besondere Maschinen gekörnt, wobei die Erzeugung von feinem Pulver möglichst vermieden werden muss, da die feine Knochenkohle weit weniger Werth hat, als die gekörnte.

Die Knochenkohle hat die bereits 1811 von Figuier erkannte Eigenschaft, organische und unorganische Stoffe, namentlich Kalk und Kali aus Lösungen aufzunehmen. Von der Eigenschaft, unorganische Stoffe zu absorbiren, macht man die ausgedehnteste Anwendung zum Entkalken und Entsalzen des Zuckersaftes in den Zuckerfabriken. Man vermindert die entkalkende Kraft der Kohle, wenn man derselben die unorganischen Bestandtheile durch Salzsäure entzieht, und doch ist diese Behandlung erforderlich, wenn man die Kohle zum Entfärben saurer Flüssigkeiten anwenden will. Grosse Quantitäten von Knochenkohle consumiren die Stiefelwichsfabrikanten.

Der Hauptverbrauch der Knochenkohle ist wie gesagt zur Entsalzung und Entkalkung des Zuckersaftes. Wenn eine gewisse Menge dieses Saftes durch die Kohle filtrirt worden ist, so hat dieselbe ihre entsalzende Kraft verloren. Zum Theil kann das Entsalzungsvermögen durch verschiedene Mittel der Kohle wieder ertheilt werden. Diese Mittel, durch die man die Wiederbelebung der Kohle bezweckt, sind Glühen, Auswaschen, Gährenlassen oder die Anwendung des Wasserdampfes. Fast allgemein führt man jetzt die Wiederbelebung der Kohle so aus, dass man dieselbe erst durch Wasser von allen löslichen Theilen befreit und darauf durch Glühen die organischen Substanzen zerstört. Die gebrauchte Thierkohle lässt sich auf diese Weise 20—25 Mal wieder beleben. Diese Methode hat den Nachtheil, dass während des Glühens die organischen Substanzen nicht vollständig zerstört werden und als Kohle in den Poren der Thierkohle zurückbleiben, wodurch die entfärbende Kraft der Kohle verringert wird. Vortheilhafter ist es, die Kohle erst gähren zu lassen, dann vermittelst verdünnter Salzsäure zu extrahiren, auszuwaschen und zuletzt zu glühen. Der Salzsäureverbrauch zum Wiederbeleben (Entkalken, Entsalzen) der erschöpften Knochenkohle ist in den Zuckerfabriken ein sehr beträchtlicher. Neuerdings ist der beachtenswerthe Vorschlag gemacht worden, die Entkalkung der Knochenkohle mit Holzessigsäure auszuführen.

Die Milch.

Mit dem Namen Milch bezeichnet man bekanntlich die in den Brustdrüsen der weiblichen Säugethiere abgesonderte Flüssigkeit,

welche alle dem Thierkörper nothwendigen organischen und unorganischen Substanzen in hinreichender Menge enthält, um an und für sich bei längerem Genuss nahrungsfähig zu sein, und alle den Jungen erforderlichen Stoffe in einer zum Wachsthum genügenden Menge zu liefern. Die Hauptbestandtheile der Milch sind Milchzucker, Caseïn (Käsestoff), Butter, mehrere unorganische Salze wie Chlorkalium, Chlornatrium, Calciumphosphat u. s. w. und Wasser. Die mittlere procentische Zusammensetzung der Kuhmilch ist folgende:

Butter	3,288	12,524 Proc.
Milchzucker und lösliche Salze	5,129	
Caseïn	4,107	
Wasser	87,476	
	100,000	

Die Menge des Calciumphosphates beträgt 0,231 Proc., des Magnesiumphosphates 0,042 Proc., des Eisenphosphates 0,007 Proc., des Chlorkaliums 0,144 Proc., des Chlornatriums 0,024 Proc. und des mit dem Caseïn verbundenen Natrons 0,042 Proc. Nach den Untersuchungen von A. Béchamp finden sich in der Kuhmilch als physiologischer Bestandtheil Alkohol und Essigsäure.

Die Milch ist ein Gemenge ausserordentlich fein zertheilter, in Wasser unlöslicher Substanzen mit einer wässerigen Flüssigkeit; das spec. Gewicht der Milch schwankt zwischen 1,030 und 1,045. Unter dem Mikroskope nimmt man wahr, dass die weisse Farbe von kleinen Kügelchen — den Milchkügelchen — herrührt. Diese Kügelchen sind meist kugelrund, gelblich mit dunklem Rande bei durchfallendem, perlenartig glänzend bei auffallendem Lichte. Früher nahm man an, dass diese Kügelchen aus einer Hülle bestehen, in welcher sich Butter befindet, gegenwärtig weiss man aber durch die Arbeiten von v. Baumhauer und Fr. Knapp, dass diese Hülle nicht existirt. In der Ruhe sammeln sich diese Kügelchen auf der Oberfläche und bilden den Rahm (Oberes, Sahne, Kern), unter welchem sich eine bläuliche durchscheinende Flüssigkeit befindet, welche den Milchzucker, die Salze und das Caseïn als Caseïn-Natron gelöst enthält. Lässt man die Milch längere Zeit stehen, so wird ein Theil des Milchzuckers unter Mitwirkung des Caseïns als Ferment in Milchsäure umgewandelt, welche letztere das Caseïn-Natron zersetzt und das Caseïn frei macht, das sich als eine im Wasser unlösliche Substanz ausscheidet. Man sagt dann, die Milch gerinnt. Durch längeres Stehenlassen wird aller Milchzucker in Milchsäure umgewandelt. Nach A. Béchamp finden sich in der normalen Milch eigenthümliche Körper, Mikrozymen, in denen der Grund der freiwilligen Gerinnung der Milch zu suchen sei; die Luft ist zu dieser Gerinnung nicht erforderlich. Eine ähnliche Coagulation der Milch wird bewirkt, wenn man frische Milch mit Laab zusammenbringt. Zur Darstellung des Laabs wird der frische Kälbermagen ausgewaschen, in einem Rahmen ausgespannt an der Luft oder am Feuer getrocknet. Früher weichte man ihn mit Essig ein, die Erfahrung lehrte aber, dass dies unnütz sei. Beim Gebrauche wird ein Streifen abgeschnitten, in einer kleinen Quantität warmen Wassers eingeweicht und der Milch bei 30—35° zugemischt. Nach zwei Stunden ist diese geronnen.

1 Th. Laab ist hinreichend, um 1800 Th. Milch zum Coaguliren zu bringen. Die Wirkung des Laabs ist nicht bekannt, sie besteht nicht, wie man früher annahm, darin, dass ein Theil Milchzucker sogleich in Milchsäure verwandelt wird, da, wie die Erfahrung gelehrt hat, auch alkalisch reagirende Milch durch Laab zum Gerinnen gebracht werden kann. Die von dem ausgeschiedenen Caseïn abfiltrirte Flüssigkeit führt den Namen Molken. Bei sauer gewordener Milch enthalten die Molken wenig Milchzucker, aber viel Milchsäure (saure Molken); bei durch Laab coagulirter Milch ist hingegen aller Milchzucker und keine Milchsäure in den Molken enthalten (süsse Molken). Die letztere Flüssigkeit, welche noch 3—4 pro Mille einer eigenthümlichen Proteïnsubstanz enthält, wird in der Schweiz bis zu einem gewissen Grade abgedampft, um daraus den Milchzucker krystallisirt zu erhalten. Die in harten, halbdurchsichtigen Krystallkrusten anschiessende Substanz wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Der Milchzucker $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ schmeckt nur wenig süss, knirscht zwischen den Zähnen, löst sich in 6 Th. kaltem Wasser und kann nicht in die geistige, wol aber in die Milchsäuregährung übergehen. Durch die Einwirkung verdünnter Säuren geht aber der Milchzucker in Lactose, eine dem Traubenzucker ähnliche Zuckerart über und ist deshalb indirect gährungsfähig. Man verwendet ihn zuweilen bei der Herstellung von Silberspiegeln.

Das Sauerwerden der Milch kann man dadurch längere Zeit verhüten, dass man dieselbe wieder abkocht, wodurch die aufgenommene Luft ausgetrieben wird, die ausserdem einen Theil des Caseïns in Milchsäureferment umgewandelt haben würde. In gewissem Sinne wirkt auch die während des Kochens auf der Milch sich bildende Haut conservirend, indem sie den Zutritt der Luft beschränkt. Ausserdem lässt sich das Sauerwerden der Milch verhindern oder aufhalten durch Zusatz kleiner Mengen zweifach-kohlensaurer Alkalien oder Borax. Das Coaguliren der Milch, nicht aber das Sauerwerden, kann durch Zusatz von Salpeter, Kochsalz und überhaupt durch Salze mit alkalischer Base aufgehalten werden.

Die Milch dient theils für sich als Nahrungsmittel, theils zur Fabrikation von Butter und Käse. Man benutzt sie ferner zum Anstreichen der Wände und zum Entfärben und Klären einiger Flüssigkeiten. Eine in Frankreich häufig vorkommende Steuerdefraudation besteht darin, dass man unter dem Namen Portwein Xeres declarirt, der mit Alkannawurzel gefärbt ist, und der später durch Milch wieder entfärbt wird. Das in neuerer Zeit von der *Anglo-Swiss condensed Milk-Company* in Cham bei Zug in der Schweiz, von der deutsch-schweizerischen Milchextract-Fabrik zu Kempten im bayerischen Algäu und Vevey im Waadtlande, von der Gesellschaft Alpina zu Luxburg (Thurgau), von der *English condensed Milk-Company* in London und von einer Fabrik in Hildburghausen durch Eindampfen der Milch im Vacuumapparat und Rohrzuckerzusatz erhaltene Milchextract scheint die beste Form zu sein, unter welcher Milch aufbewahrt werden kann. Die condensirte Milch besteht nach Analysen von Paul Wagner*) (in Darmstadt) aus:

*) Vergl. C. E. Thiel, Die Nahrungs- und Genussmittel (Amtl. Bericht über die Wiener Weltausstellung von 1873), Braunschweig 1874 p. 340.

Fabrik des Milchextractes	Wasser	Trockensubstanz	Asche	Organ. Substanzen	Eiweiss	Fett	Zucker
Cham	27,8	72,2	2,25	69,9	8,0	9,2	52,6
Kempten und Vevey	23,4	76,6	2,03	74,5	10,0	13,8	50,7
Luxburg	24,7	75,3	2,17	73,1	8,8	12,4	51,8
London	28,8	71,2	2,19	69,0	9,0	10,0	50,0

Die Butter wird aus der Milch auf folgende Weise dargestellt: Man lässt an kühlen Orten den Rahm aus der Milch sich ausscheiden, schöpft denselben mittelst eines Löffels ab und bringt ihn in die Rahmtöpfe, in welchen er so lange stehen bleibt, bis er unter wiederholtem Umrühren dick und säuerlich geworden ist. Darauf bringt man den Rahm in die Butterfässer, in welchen durch anhaltendes Schlagen, durch das Buttern, die Fettkügelchen zu Klumpen sich vereinigen, während das Caseïn mit einer kleinen Menge Butter gebunden in der Flüssigkeit suspendirt bleibt. Die Butter hat die für die Verarbeitung der Milch wichtige Eigenschaft, dass sie leichter ist als das Wasser; sie müsste sich demnach aus einer Auflösung von verschiedenen Stoffen, welche das Wasser schwerer machen (Milchzucker, Caseïn, Salze), um so schneller an der Oberfläche ausscheiden, wenn die Flüssigkeit nicht durch den Caseïngehalt eine grosse Klebrigkeit besässe, wodurch das Aufsteigen der Buttertröpfchen verlangsamt wird. In dem Maasse nun, als durch fortschreitende Säuerung der Milch durch Caseïnabscheidung auch deren Consistenz sich vermehrt, wird auch die Abscheidung der Butter erschwert. Ist die Abscheidung des Butterfettes (des Rahms) noch nicht vollendet, wenn die Milch zum Gerinnen gekommen ist, so ist das in der sauren Milch noch befindliche Fett für die Butterbereitung verloren. Darauf gründen sich nun zwei verschiedene Methoden, wodurch die vollständigste Gewinnung der Butter ermöglicht werden soll.

Nach der einen Methode, von dem Schweden Gussander vorgeschlagen, soll das Aufsteigen der Butterkügelchen beschleunigt werden, so dass die Ausscheidung des Rahmes in kürzester Zeit und jedenfalls vor beginnender Säuerung der Milch beendigt ist. Nach der anderen Methode wird durch Zusatz von etwas Soda die entstehende Milchsäure sofort neutralisirt, so dass der Ausscheidung von Caseïn vorgebeugt wird und die Buttertropfen ungehindert emporsteigen können. Dies ist das Verfahren von Trommer (in Eldena). Die Butterfässer sind von verschiedener Construction. Das gewöhnliche Butterfass ist ein aufrecht stehendes Fass mit einer durchlöcherten und an einem Stiele befestigten Scheibe; ausserdem hat man liegende Fässer, in denen sich an einer Welle befestigte Flügel hin und her bewegen, Kästen auf Walzen nach Art der Kinderwiegen u. s. w., in denen das Buttern in längerer oder kürzerer Zeit vor sich geht. Wenn sich alle Butterklumpen zu

einer Menge vereinigt haben, so ist die Operation des Butterns beendigt. Die Butter wird mit frischem, erneuertem Wasser geknetet, bis dieses hell abläuft. Die von der Butter abgeschiedene Flüssigkeit ist die Buttermilch, die aus 0,24 Proc. Butter, 3,82 Proc. Caseïn, 90,80 Th. Wasser und 5,14 Th. Milchzucker und Salzen besteht; ein grosser Theil des Milchzuckers darin ist schon in Milchsäure übergegangen. 18 Gewichtstheile Milch geben durchschnittlich 1 Gewichtstheil Butter. Die Butter selbst besteht in frischem Zustande aus

Butterfett	94,4
Caseïn, Milchzucker Extractbestandtheilen	0,3
Wasser	5,3

Der Gehalt an Caseïn und Wasser bewirkt, dass die Butter leicht verdirbt und ranzig wird. Um diesem Uebelstande zu begegnen, pflegt man die Butter zu salzen (in Süd- und Westdeutschland wird die Butter ungesalzen consumirt), indem man dieselbe im völlig ausgewaschenen Zustande mit Salz zusammenknetet. Man rechnet auf 1 Kilogr. Butter 30—40 Grm. Kochsalz. In England benutzt man anstatt des Kochsalzes ein Gemenge von 4 Th. Kochsalz, 1 Th. Salpeter und 1 Th. Zucker. Ein anderes Mittel, dem Verderben der Butter vorzubeugen, ist das Auslassen derselben, d. i. ein Schmelzen, bis die anfänglich trübe Flüssigkeit vollkommen klar geworden ist, wodurch Wasser und Caseïn, also die Bedingungen zur Verderbniss entfernt werden. Das Färben der Butter anbelangend, das gewöhnlich im Winter geschieht, zu welcher Zeit die Butter eine weisse Farbe hat, so geschieht dies durch Orlean, durch Curcuma, oder durch den Saft der Möhren oder Ringelblume, oder endlich durch gewisse gelbe Theerfarbstoffe. — Was die chemische Natur der Butter betrifft, so besteht dieselbe aus einem Gemenge verschiedener Glyceride, das bei der Verseifung in Glycerin und eine Anzahl von Säuren aus der Reihe der Fettsäuren zerfällt.

Der Käse wird aus dem Caseïn dargestellt. Entweder benutzt man abgerahmte Milch oder man wendet die Milch mit dem Rahm an. Im ersteren Falle erhält man mageren Käse, der nur aus Caseïn mit sehr wenig Butter besteht, im zweiten Falle fetten Käse (Schweizer-, holländischen, englischen Käse). Wenn bei der Darstellung der fetten Käse noch Rahm hinzugesetzt wird, so erhält man Rahmkäse. Den mageren Käse stellt man in Deutschland dar, indem man die saure Milch, von welcher der Rahm behufs der Butterfabrikation abgeschieden worden ist, auf ein Tuch bringt und abpresst. Die Molken laufen ab, während die Käsematte (Quark, Schmierkäse, weisser Käse) als Brei zurückbleibt, die, mit der Hand in die gebräuchlichen runden Formen (Handkäse) gebracht wird, welche darauf der Luft ausgesetzt werden. Zur Bereitung des fetten Käses wendet man gewöhnlich süsse Milch an, die durch Laab bei einer Temperatur von 30—40° zum Gerinnen gebracht wird. Nachdem die Milch durch die Abscheidung des Caseïns in

eine gallertartige Masse verwandelt ist, zerschneidet man die Masse mit einem hölzernen Messer und presst den Käse. Durch dieses Verfahren, das mehrmals wiederholt wird, werden die Molken ziemlich vollständig entfernt. Sobald der Käse anfängt fest zu werden, wird er mit Kochsalz zusammengeknetet und dann in die bestimmte Form gepresst. Der geformte Käse wird einige Zeit lang in erwärmte Molken getaucht, bis er eine Rinde erhält, und nach dem Abtrocknen von Neuem gepresst. Sodann wird der Käse mit Kochsalz eingerieben, zum Trocknen auf ein Brettergestell gelegt und unter sorgfältiger Behandlung, die je nach der Art der Käse eine verschiedene ist, seiner Reife zugeführt. Die blasige Beschaffenheit einer Käsesorte (wie des Schweizerkäses) rührt davon her, dass bei seiner Darstellung die Molken nicht vollständig getrennt werden, der in denselben enthaltene Milchzucker in Dextrose, und letztere während des Reifens des Käses in Weingeist und Kohlensäure verwandelt wird; die Kohlensäure bewirkt bei ihrem Entweichen die Auflockerung der Käsemasse. Bei dem holländischen Käse, der blasenfrei ist, verhindert der grössere Kochsalzzusatz die Umwandelung des Milchzuckers. Die Qualität der Käse ist ferner von der Temperatur und Beschaffenheit der Räume, in denen die Käse während des Reifens lagern, abhängig.

Die Theorie des Käsebildungsprocesses ist noch keineswegs eine befriedigende. Die Veränderung, welche der Käse an der Luft erleidet, lässt sich namentlich an den mageren Käsesorten beobachten. Im frischen Zustande ist der Käse weiss wie Kreide, beim Liegen im feuchten Zustande wird er gelb und durchscheinend (er wird zeitig oder speckig) und nimmt den eigenthümlichen Käsegeruch an. Mit dem Alter verliert der Käse allen Zusammenhang und zerfliesst zu einer schmierigen Masse. Diese Veränderungen beginnen auf der Oberfläche und pflanzen sich vollkommen gleichförmig ins Innere fort. Wenn man einen mageren Käse zerschneidet, so bemerkt man einen gelben speckigen Ring, welcher einen scharf begrenzten weissen Kern umgiebt. Der Ring wird von Tag zu Tag breiter, bis zuletzt die ganze Masse gleichförmig ist und der Kern verschwindet. Das Speckigwerden des Käses rührt her von einer Ammoniak- oder von einer Säureentwickelung, beide machen den weissen Käse durchscheinend. Die kräftig riechenden Käsesorten sind ammoniakalisch, die geruchlosen reagiren meist sauer. Chemisch gesprochen ist speckig magerer Käse eine Verbindung von Caseïn mit Ammoniak oder Ammoniakbasen (z. B. Amylamin); gewisse trockene Käsesorten (wie der sogenannte Kräuterkäse) sind Gemenge von trocknem Caseïn mit aromatischen Kräutern (Meliloten u. s. w.), flüchtigen Fettsäuren (Valeriansäure, Caprinsäure, Capronsäure u. s. w.) und einigen indifferenten Stoffen (Leucin etc.). Man glaubt, dass die Hefe eine Rolle bei der Käsebildung spiele.

Folgende Zahlen geben die Zusammensetzung eines fetten Süssmilchkäses (a) und eines mageren Sauermilchkäses (b):

	(a)	(b)
Wasser . .	36	44
Caseïn . .	29	45
Fett . . .	30,5	6
Asche . .	4,5	5
	100,0	100,0

In Deutschland massenhaft consumirte Käsesorten sind Emmenthaler (a) und Backsteinkäse (b). Nach Analysen von O. Lind (1868) haben diese Käse folgende Zusammensetzung:

	(a)		(b)	
Wasser . .	37,4	36,7	45,2	35,8
Fett . . .	30,6	30,5	28,2	37,4
Caseïn . .	28,5	29,0	23,2	24,4
Salze . . .	3,5	3,8	3,4	2,4
	100,0	100,0	100,0	100,0

Frisch geronnener Käsestoff (Quark) wird, mit Kalk gemengt, zu Kitt und als Beiz- und Verdickungsmittel in der Kattundruckerei angewendet. Eine Lösung von Caseïn in Boraxlösung findet anstatt Tischlerleim und Mundleim Anwendung.

Das Fleisch.

Das, was man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Fleisch bezeichnet, ist die Muskelsubstanz der Schlachtthiere, umgeben mit mehr oder weniger Fett, und enthaltend Knochen, so dass das käufliche Fleisch in 100 Th. im Mittel zusammengesetzt ist, aus

Muskelsubstanz . . .	16
Fett und Zellgeweben .	3
Knochen	10
Fleischflüssigkeit . .	71
	100

Die Muskelsubstanz selbst ist ein Complex von verschiedenartigen Geweben und Flüssigkeiten, deren Basis die thierische Faser oder das Fibrin — eine organisirte Proteïnsubstanz ist. Die einzelnen Muskelfasern, indem sie bündelweise durch Bindegewebe verbunden sind, bilden die Muskeln. Zwischen den Muskelfasern und Bindegeweben lagert sich das Fett in besonderen Fettzellen ab. Das Ganze ist von einer Unzahl feiner Blut- und Lymphgefässen durchwebt, welche die Ernährung, und von Nerven, welche die Lebensfunctionen der Muskeln vermitteln. Die Muskelsubstanz ist mit einer proteïnreichen Flüssigkeit, der Fleischflüssigkeit, getränkt, welche eine Anzahl von Substanzen, theils direct vom Blute ausgeschwitzt, theils im Stoffwechsel der Muskeln entstanden, enthalten; diese Körper sind die Basen Kreatinin, Carnin und Hypoxanthin, das Kreatin, der Inosit oder Muskelzucker, Milchsäure, Inosinsäure, extractive Körper und unorganische Substanzen, unter denen Chlorkalium und Magnesiumphosphat vorherrschen.

Das Fleisch wird theils gekocht, theils gebraten. Durch das Kochen erleidet es eine wesentliche Veränderung in seiner Zusammensetzung; je nach der Dauer des Kochens und der Wassermenge tritt eine mehr oder weniger vollständige Scheidung der löslichen Bestandtheile von den unlöslichen Bestandtheilen des Fleisches ein. Die Fleischbrühe enthält lösliche Phosphate mit alkalischen Basen, milch- und inosinsaure Salze, phosphorsaure Magnesia und Spuren nur von phosphorsaurem Kalk; das gekochte Fleisch enthält vorzugsweise phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Magnesia. Wenn das als Nahrungsmittel genossene Fleisch in dem Organismus wieder in Fleisch übergeht, wenn ihm die Fähigkeit erhalten werden soll, sich in dem ursprünglichen Zustande wieder zu erzeugen, so dürfen dem frischen Fleische bei seiner Zubereitung keine seiner Bestandtheile entzogen werden. Wenn in irgend einer Weise seine Zusammensetzung geändert, einer seiner Bestandtheile, der zu seiner Constitution gehört, entzogen wird, so ändert sich in gleichem Verhältnisse die Fähigkeit des Fleischstückes, die ursprüngliche Form und Beschaffenheit, von der seine Eigenschaften im lebendigen Körper abhängen, in dem lebenden Körper wieder anzunehmen. Daraus geht hervor, dass das gekochte Fleisch, wenn es ohne die Fleischbrühe genossen wird, zur Ernährung um so weniger sich eignet, je grösser die Wassermenge war, in welcher es gekocht wurde und je länger das Kochen dauerte. Da das Albumin des Fleisches in seinen Lösungen bereits vor der Siedetemperatur des Wassers gerinnt, so geht beim Auskochen des Fleisches oder bei der gewöhnlichen Methode der Gewinnung der Fleischbrühe das Albumin für die Fleischbrühe zum grössten Theile verloren, da der Schaum, der sich beim Kochen des Fleisches auf der Oberfläche als weisses Coagulum abscheidet und abgeschöpft wird, Fleischalbumin ist. Dieser Verlust an nährender Substanz lässt sich vermeiden, wenn man bei der Bereitung von Fleischbrühe für Kranke, das fein zerhackte Fleisch mit destillirtem Wasser, dem einige Tropfen Salzsäure und etwas Kochsalz zugesetzt wurde, mischt und digerirt und nach einstündiger Digestion die Flüssigkeit von dem Rückstande mittelst eines Haarsiebes trennt und den Rückstand durch allmäliges Aufgiessen von destillirtem Wasser noch vollständiger auszieht. Man erhält so ein kaltes Fleischextract von rother Farbe und angenehmem Fleischbrühgeschmacke, welches kalt genossen wird (beim Erhitzen trübt sich die Flüssigkeit und setzt ein dickes Coagulum von Albumin und Blutroth ab). 100 Th. Ochsenfleisch geben ein Extract, welches 2,95 Th. Albumin und 3,05 Th. sonstige, nicht gerinnende Fleischbestandtheile enthält. Chevreul erhielt von 500 Grm. Rindfleisch, welche 77 Proc. Wasser enthielten, 27,25 Grm. Extract; nach Abzug von 3,25 Grm. Fett, die darin sich fanden, macht dies 4,8 Proc. aus. Die Menge der aus obigen 500 Grm. Fleisch gewonnenen Fleischbrühe betrug ungefähr 1,25 Liter. Das Liter wog 1013 Grm. und bestand aus

Wasser		991,30
organ. Substanz	in Alkohol löslich	9,44
	in Alkohol unlöslich	3,12
Alkalisalzen		8,67
phosphorsauren Erden		0,46
		1013,09

Durchschnittlich enthält die Fleischbrühe aus Ochsenfleisch, inclusive Leim und Fett, nur 3 Th. feste Fleischbestandtheile. Unter den günstigsten Verhältnissen enthält man aus 1000 Grm. Ochsenfleisch:

in kaltem Wasser löslich	60	geronnenes Albumin	29,5
		in der Lösung	30,5
„ „ „ unlöslich	170	Leimsubstanz	6,0
		Faser	164,0
Fett	20		
Wasser	750		

Die beste Art und Weise, Fleisch zu kochen und Fleischbrühe zu bereiten, ist folgende: Man bringt das zum Kochen bestimmte Fleisch erst dann in den Topf, wenn das darin befindliche Wasser in vollständigem Sieden begriffen ist, unterhält das Sieden einige Minuten lang und erniedrigt dann die Temperatur durch Zusatz von kaltem Wasser auf 70—74°. Wird das Wasser einige Stunden bei dieser Temperatur erhalten, so hat man alle Bedingungen vereinigt, um dem Fleische die zum Genusse geeignete Beschaffenheit zu geben. Indem nämlich nach diesem Verfahren das Eiweiss coagulirt wird, bildet sich auf der Oberfläche des Fleisches eine Hülle, welche das Eindringen des Wassers ins Innere verhindert und die löslichen Theile einschliesst. Die von diesem Fleische abgegossene Brühe wird demnach weniger der löslichen Bestandtheile enthalten. Um aber eine kräftige Fleischbrühe darzustellen, mischt man feingehacktes mageres Fleisch mit kaltem Wasser, erhitzt es langsam bis zum Sieden und presst es nach minutemlangen Aufwallen aus. Nach dem Durchseihen braucht sie nur gewürzt und mit gebranntem Zucker oder Caramel etwas gefärbt zu werden. Das Färben ist eine kaum erlässliche Concession, die man dem gewohnten Vorurtheil machen muss. Die zurückbleibenden Fleischstücke sind gänzlich geschmacklos und zur Ernährung untauglich. Die Fleischbrühe enthält alle löslichen Stoffe der Fleischsubstanz: Kreatin, Kreatinin, Carnin, Inosit, extractive Substanzen, inosin- und milchsaure Salze, Chlorkalium und phosphorsaure Erden. Wegen der freien Milch- und Inosinsäure reagirt sie stets sauer. Dass die Haupteigenschaft der Fleischbrühe von der darin aufgelösten Leimsubstanz abhängig sei, wie man lange angenommen hat, ist durchaus ungegründet, da der durch Knochen gebildete Leim nur einen sehr untergeordneten Bestandtheil darstellt. Die Untauglichkeit der Knochenbouillontafeln als Nahrungsmittel ist gegenwärtig allgemein anerkannt. Aus 16 Kilogr. knochen- und fettfreiem Ochsenfleische erhält man $^1/_2$ Kilogr. dieses Extractes. Auf Veranlassung v. Liebig's wird gegenwärtig dieses Fleischextract (*Extractum carnis*) in Fray Bentos in Uruguay, ferner in Montevideo, zu Sidney in Australien u. s. w. dargestellt und zu verhältnissmässig billigem Preise nach Europa gebracht. Dieses Fleischextract enthält in 1 Kilogr. alle in heissem Wasser löslichen Bestandtheile von 34 Kilogr. reinem Muskelfleische oder von 45 Kilogr. Fleisch von der Fleischbank. Paul Wagner (in Darmstadt) analysirte 1873 die hauptsächlichsten der im Grosshandel vorkommenden Fleischextractsorten mit folgendem Resultate (siehe nebenstehende Tabelle). Beim Braten des Fleisches wendet man kein Wasser, sondern Fett an, mit welchem man das Fleisch in einer Pfanne erwärmt, oder man setzt dasselbe direct, wie es in England geschieht, auf einen Spiess gesteckt, dem Feuer aus. Es bildet sich rasch eine Kruste, welche das Herausfliessen der Fleischflüssigkeit verhindert. Nachdem diese Kruste sich gebildet hat, kann man die Hitze mässigen, weil die Fleischfasern schon bei 100° gar werden. Beim Braten sollen aus den Fleischbestandtheilen mehrere Produkte der trocknen Destillation entstehen, worunter die Essigsäure in sofern am wichtigsten ist, als durch sie die Fleischfaser lös-

Fleischextract aus der Fabrik	Wasser Proc.	Trockensubstanz bei 110° C. Proc.	Asche Proc.	Organische Substanzen Proc.	Von der Trockensubstanz in 80 Proc. Alkohol löslich Proc.	Von der Trockensubstanz in Alkohol unlöslich Proc.	Eiweiss und Leim*)	Kosten pr. Kilogr. Franken
Fray Bentos, nach Liebig's Untersuchung . . .	16 bis 21	79 bis 84	18 bis 22	57 bis 66	56 bis 66	3 bis 28	—	—
Fray Bentos Liebig's Company	20,90	79,10	21,50	57,60	58,41	20,69	—	12
Montevideo — Uruguay (Buschenthal)	18,00	82,00	17,42	64,58	59,07	22,93	—	11,50
San Antonio (Arthur Meyer, Hamburg) . .	18,90	81,10	18,00	63,10	60,19	20,91	—	10
Baffle-Creek — Queensland (Gebr. Robertson). .	19,30	80,70	21,36	59,34	58,19	22,51	—	—
Adelaide — Süd-Australien (E. M. Bagot) . . .	22,00	78,00	11,81	66,19	34,60	43,40	8,04	—

*) Unter Eiweiss und Leim ist die in 50 Theilen kalten Wassers unlösliche Substanz des Fleischextracts verstanden.

licher wird. Fehlerhaft ist es, dem zu bratenden Fleischstücke etwas Wasser zuzusetzen, namentlich beim Beginne des Bratens. Durch Wasserzusatz ist zwar eine grössere Menge von Sauce zu erzielen, aber immer nur auf Kosten der Güte des Bratens.

Unter den vielen Mitteln, die man in Vorschlag gebracht und angewendet hat, um Fleisch und Fleischspeisen zu conserviren, stehen diejenigen oben an, welche auf dem Principe des vollkommenen Luftabschlusses beruhen. Es hat sich deshalb das Einschliessen von Fleisch in luftdicht verschlossene Blechbüchsen nach der Methode von Appert durch vielfache Erfahrungen als dem Zwecke vollkommen entsprechend erwiesen, so dass dieses Verfahren und seine Nachbildungen in neuester Zeit, wo als Folge des erleichterten See- und Landverkehrs, der zunehmenden Auswanderung, so wie überhaupt der Seereisen und Expeditionen zu wissenschaftlichen Zwecken, der Kriege der letzten Jahrzehnte und der damit verknüpften Nothwendigkeit der Verproviantirung von Armeen und Festungen, das Bedürfniss weit stärker als früher hervortrat, die Nahrungsmittel nicht nur von einer Jahreszeit zur andern, sondern für eine Reihe von Jahren vorrathsweise aufzuspeichern und sie dabei in einen Zustand zu versetzen, in welchem sie dem Verderben nicht mehr unterliegen, eine ungeahnte Wichtigkeit erlangt hat.

Die Methode Appert's besteht in Folgendem: Zubereitete Fleischspeisen (Geflügel, Ragouts etc.) bringt man in cylindrische Blechbüchsen, löthet nun einen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Deckel auf, füllt durch diese Oeffnung den noch leeren Raum völlig mit Brühe und umlöthet endlich auch diese Oeffnung. Hierauf werden die Büchsen in einem Bade mit Salzwasser bis über den Siedepunkt des Wassers je nach ihrer Grösse $1/2$—4 Stunden lang erhitzt. Wenn eine oder die andere Büchse nicht vollkommen schliesst, so sieht man Bläschen aus der schadhaften Stelle perlen, welche man dann mit dem Löthkolben ausbessert. Durch das Kochen werden die Eiweisssubstanzen coagulirt und dadurch in eine weniger der Fäulniss fähige Modification übergeführt, ferner wird der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft zum grossen Theile entfernt, der zurückgebliebene Rest theils in Kohlensäure verwandelt, theils desozonisirt und dadurch unschädich gemacht. Die solchergestalt der Einwirkung der Luft entzogenen Substanzen unterliegen, wenn die Operation mit Sorgfalt ausgeführt wurde, dem Verderben nicht. Die neuerdings gemachten Vorschläge, Fleisch durch Ueberziehen mit einer Paraffinschicht zu conserviren, kommen auf das nämliche Princip wie Appert's Verfahren hinaus. Jones hat das Appert'sche Verfahren wesentlich verbessert. Er setzt nämlich die Büchsen, während sie in dem kochenden Bade stehen, mit Hülfe eines Metallrohres mit einem luftleeren Raume in Verbindung, wodurch die Luft aus den Fleischbehältern aufgesaugt wird. Der Vortheil dieser Methode liegt darin, dass kein so starkes Kochen zur Entfernung der Luft erforderlich und demnach das Produkt um so schmackhafter ist. Die von H. Gahn in Upsala erfundenen und zum Conserviren

des Fleisches dienenden Präparate Aseptin und Amykos bestehen wesentlich aus Borsäure, das Amykos enthält ausserdem noch Nelkenöl.

Wie durch Abhaltung der Luft lässt sich auch das Fleisch durch Wasserentziehung, entweder durch Trocknen, oder durch Einsalzen conserviren. Das Aufbewahren des Fleisches durch Austrocknen, das Sicherste, es vor dem Verderben zu schützen, hat seine grossen Schwierigkeiten. Die Eingebornen Nord- und Südamerikas pflegen die Fleischvorräthe, welche sie auf ihren Zügen mit sich nehmen, sorgfältig vom Fett zu befreien, die reinen Fleischtheile in dünne Streifen zu zertheilen, die mit Maismehl bestreut werden, um die Säfte aus dem Fleische aufsaugen zu lassen und die so bestreuten Streifen auf horizontal liegenden Stäben an der Sonne zu trocknen. Es bleibt eine biegsame, nicht mehr fäulnissfähige Masse zurück, in Nordamerika Pemmikan, im Süden Tassajo, in Südafrika Biltongue genannt, welche zusammengerollt und festgestampft wird und in diesem Zustande leicht zu transportiren ist. 100 Th. Ochsenfleisch liefern beinahe 26 Th. Tassajo. In Europa hat sich die Entwässerung des Fleisches durch Trocknen niemals Bahn brechen wollen. Grösserer Beachtung ist dagegen der Fleischzwieback werth, eine Erfindung von Gail Bordon, der 1850 eine Fabrik zu Galveston in Texas anlegte, woselbst die ausgedehnten Prairien durch das in unzähliger Menge in ihnen hausende Hornvieh den nöthigen Vorrath an Fleisch für geringe Kosten liefern. Der Erfinder behauptet, dass 1 Kilogr. solcher Zwiebäcke eine gleiche Menge nährender Substanzen enthalte wie 5 Kilogr. frisches Fleisch. Diese Zwiebäcke eignen sich vorzüglich für Feldzüge in wüsten unwirthbaren Gegenden, sowie auf langen Seereisen, weil sie eine grosse Menge Nahrungsstoff in einem sehr kleinen Raume und auf ein kleines Gewicht reducirt, dabei in leicht verdaulichem Zustande enthalten. In Amerika werden sie bei den Streifzügen gegen die Indianer häufig angewendet. Von Belang erscheint der Vorschlag von C. Thiel (in Darmstadt), den Fleischzwieback durch Auslaugen von frischem, fettfreiem und fein gehacktem Fleisch mit kaltem Wasser und Benutzen dieser Fleischflüssigkeit anstatt Wasser zum Anmachen eines Teiges aus Weizen- oder Roggenmehl darzustellen, welcher zu runden Kuchen geformt und bei niederer Temperatur des Backofens gebacken wird.

Eine andere Methode der Fleischconservirung durch Wasserentziehung ist das Einsalzen mit Kochsalz (Pökeln), welches letztere, indem es einen Theil der Fleischflüssigkeit aufnimmt, das Fleisch entwässert. Zu gleicher Zeit tritt ein Theil Kochsalz in die Fleischfaser ein. Beim Einsalzen wird das ausgeschlachtete Fleisch mit Salz stark eingerieben, einige Tage liegen gelassen und dann unter Gewichten oder einer Hebelpresse ausgepresst; dieselbe Behandlung wird wiederholt, das Fleisch hierauf in Fässer gepackt und mit der ausgepressten Salzlösung übergossen. Man setzt dem Kochsalze in der Regel etwas Salpeter (ausserdem auch zuweilen Zucker) zu, der theils gleiche Wirkung äussert, wie das Kochsalz, theils dem Fleische eine lebhafte rothe Farbe ertheilt. Durch das Kochsalz wird dem Fleische aber keineswegs nur Wasser entzogen. v. Liebig fand, dass in die Salzlake der dritte Theil bis die Hälfte der Flüssigkeit übergehe, die einen Bestandtheil des frischen Fleisches ausmacht. Die Salzlake enthält demnach die Hauptbestandtheile einer concentrirten Fleischbrühe, so dass beim Einsalzen die Zusammensetzung des frischen Fleisches verändert wird und zwar in einem noch höheren Grade, als dies durch das Kochen geschieht. Es ist

hiernach klar, dass dem Fleische beim Einsalzen eine Anzahl von Stoffen entzogen wird, die zu seiner Constitution gehören, und dass damit das Fleisch im Verhältniss zu diesem Verluste von seiner Ernährungsfähigkeit verliert. Wenn diese Bestandtheile nicht von anderer Seite ersetzt werden, so tritt nothwendig die Folge ein, dass das Fleisch zu einem mangelhaften und für die Gesundheit nicht zuträglichen Nahrungsstoffe wird. Es ist auch durch die Erfahrung bewiesen, dass durch gesalzenes Fleisch auf die Dauer hin der Gesundheitszustand eines Individuums nicht erhalten werden kann. Man vermuthet, und gewiss nicht mit Unrecht, dass der Skorbut, eine Krankheit in Folge mangelhafter Beschaffenheit der Säfte, besonders eine Folge des Genusses von Salzfleisch sei. Um diesen Uebelständen vorzubeugen, hat v. Liebig (1869) vorgeschlagen, das Fleisch, anstatt mit trockenem Kochsalz, mit einer Salzlake einzusalzen, die eine Lösung ist von Kochsalz, Natronsalpeter, Chlorkalium und Fleischextract.

Das Räuchern des Fleisches oder das Behandeln desselben mit Holzrauch, um es vor Fäulniss zu schützen, lässt sich noch nicht mit Sicherheit in jeder Beziehung auf naturwissenschaftliche Principien zurückführen. Vor allem spielt die Wärme des Rauches eine Hauptrolle, indem dadurch das Fleisch so viel als möglich ausgetrocknet wird; ferner befindet sich im Rauch das von v. Reichenbach entdeckte Kreosot (nach den ausgezeichneten Untersuchungen von Hlasiwetz, v. Gorup, Marasse u. A. wesentlich ein Gemenge der homologen Verbindungen $C_7H_8O_2$, $C_8H_{10}O_2$ und $C_9H_{12}O_2$), welches sich durch die Eigenschaft auszeichnet, die albuminösen Bestandtheile des Fleisches zu coaguliren und unlöslich zu machen. Unlösliche Stoffe aber faulen entweder schwierig oder gar nicht mehr. Dass ausserdem im Rauche enthaltener Essig (Holzessig) und noch andere Bestandtheile des Rauches (die dem Kreosot homologe Oxyphensäure, neben dem Phenol), bei dem Räuchern des Fleisches eine Rolle spielen, ist sehr wahrscheinlich. Wenn auch die Nahrhaftigkeit des geräucherten Fleisches mit der des frischen nicht verglichen werden kann, so hat doch das Räuchern vor dem Einsalzen unbestritten den Vorzug, dass von den Bestandtheilen des Fleisches und der Fleischflüssigkeit nichts verloren geht. Ob indessen das Ueberführen gewisser löslicher Bestandtheile in den unlöslichen Zustand durch das Räuchern nicht in Bezug auf Ernährungsfähigkeit ähnliche Verluste herbeiführt, wie es beim Einsalzen durch directe Entziehung der Stoffe der Fall ist, ob überhaupt der Process des Räucherns nicht einigermaassen einem Gerbeprocess zu vergleichen ist, wodurch natürlich die Verdaulichkeit des Fleisches vermindert wird, dies sind Fragen, deren Beantwortung durch die Chemie und Physiologie noch zu erwarten steht.

Essig ist ein recht brauchbares Mittel, Fleisch auf einige Zeit vor der Fäulniss zu schützen (Sauerbraten, in Essig eingelegtes Geflügel). Es ist wahrscheinlich, dass wir in der gegenwärtig so wohlfeil zu erlangenden concentrirten Essigsäure ein gutes Mittel besitzen, von Knochen sorgfältig befreites Fleisch im Grossen zu conserviren, vorausgesetzt, dass der Zutritt der Luft dabei abgeschlossen werde. Um den Uebelstand des Auslaugens des Fleisches durch Einlegen in Essig zu vermeiden, ist der passende Vorschlag gemacht worden, die Essigsäure nicht in Form von flüssigem Essig, sondern dampfförmig auf das Fleisch wirken zu lassen.

In neuerer Zeit hat der Franzose Lamy (wie schon in früherer Zeit Braconnot, Robert, de Dombasle u. A.) vorgeschlagen, Fleisch

behufs seiner Conservirung mit schwefliger Säure zu behandeln. Fleischstücke von 2—3 Kilogr. setzt man 10 Minuten lang der Einwirkung von schwefligsaurem Gase aus, grössere Stücke von 10 Kilogr. längere Zeit, etwa 20—25 Minuten. Die mit schwefliger Säure behandelten Substanzen werden einige Zeit der Luft ausgesetzt, damit die schweflige Säure abdunste, und dann mit einem Ueberzuge versehen, indem man mit Hülfe eines Pinsels eine mit Melasse versetzte Auflösung von Albumin in Eibischwurzelabkochung aufträgt. Neuerdings überzieht man das in trockner heisser Luft getrocknete Fleisch mit einer dünnen Schicht von Guttapertja oder Kautschuk. Zu diesem Behufe wird das zu conservirende Fleisch wiederholt in eine verdünnte Lösung einer der genannten Substanzen in Schwefelkohlenstoff oder Chloroform getaucht; ein 2—3maliges Eintauchen ist in den meisten Fällen genügend. Dass niedere Temperatur zu den vorzüglichsten Conservationsmitteln gehört, die es nur giebt, ist allgemein bekannt. Fleisch in Eiskellern oder Eisschränken aufbewahrt, fault nicht. Ein überraschendes Beispiel von der conservirenden Eigenschaft der Kälte hat man in der Erhaltung der Mammuthe, welche man zu verschiedenen Zeiten (erst neuerdings im Jahre 1864 wieder) noch mit sämmtlichen Weichtheilen in Sibirien eingefroren gefunden. In England pflegt man Fische, namentlich Lachse, in Eis zu verpacken, um sie von den nördlichen Gegenden Englands und Schottlands nach London zu transportiren. „Wer in den Wintermonaten — sagt Fr. Ilisch — nur eine kurze Zeit in der nördlichen Hälfte Russlands gelebt hat, erstaunt gewiss über die Menge von Lebensmitteln, welche dort in gefrorenem Zustande Monate lang, ohne dass sie verderben oder auch nur ihren Geschmack ändern, aufbewahrt werden. Der grösste Theil von Fleisch und Fischen wird nach einem Transport von oft vielen hundert, ja sogar tausend Wersten in gefrorenem Zustande auf den Markt gebracht. Alles Geflügel und Wild, welches während des langen nordischen Winters als Leckerbissen auf den Tisch der Wohlhabenden kommt, wird in gefrorenem Zustande zugeführt. Der Reisende, der bei strenger Winterkälte entfernte Gegenden durcheilt und seine Kost oft für Monate bei sich führen muss, hat in seinem Schlitten einige Eisklumpen, die er durch Erwärmen in eine schmackhafte Kohlsuppe oder durch Aufthauen in heissem Wasser in Fleischkuchen umwandelt, und von denen er sich während seiner Reise ausschliesslich nährt. In St. Petersburg giebt es grosse Niederlagen, in denen Haselhühner, Birkhühner etc. in Eis vergraben, ohne dass sie ihren Geschmack verändern, bis spät in den Sommer aufbewahrt werden. Diese einfache Art der Conservirung übertrifft durch ihre Resultate alle andern Methoden, und ihr Gelingen ist nur von einer genügenden Quantität Eis abhängig, von der die Lebensmittel während der ganzen Zeit des Aufbewahrens umgeben sein müssen.“ Das natürliche Kältemagazin mit seinem permanenten Gletschereis in der Dornburg bei Hadamar (in Nassau) wird auf Anregung des Technikers J. Troost gegenwärtig industriell ausgebeutet. Von wirthschaftlicher Bedeutung vielleicht für Europa ist die Einfuhr von gefrorenem Fleische aus Sidney in Neu-Süd-Wales, welches mit Hülfe der Carré'schen Ammoniak-Eismaschine zum Gefrieren gebracht und auf den grossen Transportschiffen im gefrorenen Zustande erhalten wird.

VI. Abschnitt.

Die Färberei und der Zeugdruck.

Die Färberei und Druckerei im Allgemeinen.

Die Färberei hat zum Zweck, die pflanzlichen und thierischen Gespinnstfasern (meist als Gewebe, doch auch als Garn oder zuweilen als ungesponnene Faser) mit den Farbstoffen zu versehen und erstere dadurch in gefärbte Zeuge umzuwandeln. Sie unterscheidet sich von dem Malen und Anstreichen dadurch, dass die Farbstoffe nach bestimmten physikalischen und chemischen Grundsätzen auf die thierische und vegetabilische Faser befestigt werden, und nicht nur auf der Oberfläche durch Adhäsion haften, obgleich bei dem Malen und Anstreichen oft dieselben Substanzen wie beim Färben Anwendung finden. Das Bedrucken der Zeuge mit Farbstoffen, die Zeugdruckerei ist eine örtliche Färberei und ein wichtiger Theil der Färberei im Allgemeinen.

Die in der Färberei dienenden Substanzen, die Farbstoffe (Pigmente), sind theils mineralischen, theils animalischen und vegetabilischen, theils auch chemischen Ursprungs. Unter den zahlreichen anorganischen Farbstoffen sind nur wenige, die vermöge ihrer Eigenschaften in der Färberei Anwendung finden können, und es ist für sie eigenthümlich, dass sie erst auf der zu färbenden Pflanzen- oder Thierfaser hervorgebracht werden. Ein sehr gebräuchlicher mineralischer Farbstoff ist z. B. Bleichromat. Nicht aber lässt sich diese Substanz als solche direct in der Färberei anwenden, sondern man bildet sie erst aus ihren Bestandtheilen auf der Faser selbst, indem man dieselbe zuerst mit einer Lösung von essigsaurem Blei tränkt, und die so vorbereitete Faser sodann durch eine Lösung von Kaliumchromat zieht. Es bildet sich chromsaures Blei, das in den inneren Theilen der Faser niedergeschlagen, fest an derselben haftet. Andere Farbstoffe anorganischer Natur sind das Berliner- oder Pariserblau, das Eisenoxydhydrat (Rostfarbe), das Manganoxydhydrat (Bisterfarbe) und das Chromgrün. Von

den dem Thierreiche entlehnten Farbstoffen wendete man früher den Saft der Purpurschnecke und den Kermes an, jetzt aber benutzt man von denselben nur noch die Cochenille und eine Secretion der Gummischildlaus. Ein bei weitem grösserer Theil der Farbstoffe stammt aus dem Pflanzenreiche, und man versteht unter vegetabilischen Pigmenten diejenigen Körper, denen gewisse Pflanzen oder einzelne Theile derselben ihre eigenthümliche Färbung verdanken. Allgemeine Eigenschaften der vegetabilischen Farbstoffe lassen sich nicht angeben, da sie, ausser dem Gefärbtsein, einen gemeinsamen Charakter nicht besitzen. Fast sämmtlich werden die Farbstoffe an feuchter Luft unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersetzt (sie verschiessen). Chlor bleicht die Pigmente und zerstört ihre Farbe, schweflige Säure bringt sie zum Verschwinden, zerstört sie aber nicht. In Folge des glänzenden Aufschwungs, den die organische Chemie seit etwa drei Jahrzehenden genommen, ist zu den drei genannten Arten eine neue Klasse von Farbstoffen gekommen, die chemischen Farbstoffe. Letztere Farbstoffe scheinen die Mission zu haben, sämmtliche in der Färberei bisher übliche vegetabilische und thierische Farbstoffe ersetzen zu sollen. Die chemischen Farbstoffe werden aus dem Kohlentheer dargestellt und zwar vorzugsweise aus vier Bestandtheilen desselben, nämlich dem Benzol, dem Phenol, dem Naphtalin und dem Anthracen. Sie sind unter dem Namen der Theerfarben (Fuchsin, Anilinviolett, Anilinblau, Corallin, Pikrinsäure, Victoriagelb, Safranin, Magdalaroth, Alizarin etc.) bekannt. Zu den chemischen Farben gehören auch die durch Zersetzung der Alkaloide (Cinchonin, Chinin u. dergl.) erhaltenen Farben, so das Chinolinblau, das Chiningrün (Thalleiochin) etc.; ferner auch das Zersetzungsprodukt der Harnsäure, das Murexid. Die Entdeckung der chemischen Farbstoffe hat bereits eine Umwälzung in der Färberei und Farbenbereitung bewirkt, deren wirthschaftliche Folgen noch nicht übersehen werden können. Bei weiterer Untersuchung der im Laboratorium des Chemikers dargestellten Farbstoffe wird sich ohne Zweifel bei Manchem die Identität mit in der Natur fertig gebildeten Farbstoffen des Pflanzen- und Thierreiches herausstellen.

Die Lacke oder Lackfarben sind Verbindungen von Stärkemehl, Thonerde, Zinnoxyd oder Bleioxyd (zuweilen auch Baryt und Antimonoxyd) mit dem Farbstoffe, z. B. des Krapps, der Cochenille, des Wau, Rothholzes, der Theerfarben (namentlich des Corallins, Fuchsins, des Anilinvioletts, des künstlichen Alizarins) u. s. w., obgleich bestimmte Verhältnisse bis jetzt noch nicht ermittelt worden sind. Anstrichfarben heissen in Wasser unlösliche Verbindungen, welche mit Leimwasser (als Leim- oder Wasserfarben) oder Oelfirniss (als Oelfarben) aufgetragen werden, z. B. Bleiweiss, Berlinerblau, Ultramarin, Chromgelb, Zinnober u. s. w. Tuschfarben sind erdige und deckende Farben, welche den Farbstoff in der Flüssigkeit, die man zum Malen anwendet, nicht aufgelöst, sondern nur suspendirt enthalten. Pastellfarben sind endlich Lack- und Metallfarben mit Thon (Porcellanerde) und etwas Tragantschleim und häufig Seife oder Fettsubstanz gemengt und in Form von Stiften gebracht; sie werden trocken angewendet. Die in der Färberei angewendeten Farben, welche den zu färbenden Gegenstand in seiner ganzen Masse färben, heissen allgemein Zeugfarben. Farben, die dagegen nur auf der Oberfläche färben, nennt man Malerfarben. Letztere werden unterschieden als Saftfarben, Lackfarben und Anstrichfarben. Die Saftfarben sind in Wasser oder Firniss mehr oder

weniger lösliche Farben, welche nicht decken, sondern durchscheinend (lasirend, daher Lasurfarben) sind. Hierher gehören Saftgrün, Gummigutt, Carminlösung, die meisten Theerfarben und lösliches Berlinerblau.

A. Die Theerfarbstoffe.

Der bei der trocknen Destillation der Steinkohlen behufs der Gaserzeugung in reichlicher Menge sich bildende Kohlentheer (*coaltar*), ist ein Gemisch von flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen (Benzol, Toluol, Cumol, Cymol, Anthracen, Fluoren, Naphtalin), mit Säuren (Phenylsäure oder Phenol, Kresylsäure oder Kresol, Phlorylsäure oder Phlorol), Basen (Anilin, Chinolin, Odorin oder Picolin, Toluidin, Coridin etc.) und Asphalt bildenden Bestandtheilen (siehe unter Gasbeleuchtung) in wechselnden Verhältnissen. Durch Destillation des Theeres und fractionirtes Auffangen der Produkte erhält man einestheils leichtes Theeröl, welches alles Benzol enthält, anderntheils schweres Theeröl, welches auf Phenol und Naphtalin verarbeitet wird. Aus den pechartigen Antheilen des Theeres scheidet man das Anthracen ab.

Zur annähernden Schätzung der Ausbeute an den verschiedenen Zwischenprodukten, die bei der trocknen Destillation der Steinkohle sich bilden, mögen folgende Angaben dienen:

100	Kilogr. Steinkohlen	geben	3	Kilogr.	Theer,
100	„ Theer	„	0,75—1,0	Kilogr.	Anthracen,
100	„ „	„	3	Kilogr.	Rohbenzol,
100	„ „	„	1,5	„	reines Benzol,
100	„ „	„	3	„	Nitrobenzol,
100	„ „	„	2,25	„	Rohanilin,
100	„ „	„	3,37	„	rohes Anilinroth,
100	„ „	„	1,12	„	reines Fuchsin.

Zur Darstellung von 1 Kilogr. reinem Fuchsin sind folglich 60 Centner Steinkohle erforderlich.

Das käufliche Benzol, welches den Ausgangspunkt zur Herstellung der meisten Theerfarben bildet, ist ein Gemenge von Benzol C_6H_6 (bei 80° siedend) mit Toluol C_7H_8 (Siedepunkt bei 108°) und Xylol (C_8H_{10} (bei 130° siedend). Es erscheint als eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, von welcher in den Theerfabriken drei Sorten Anwendung finden, nämlich a) sehr leichtes Benzol, zwischen 80 und 100° siedend; b) leichtes Benzol, zwischen 100 und 120° destillirend; c) schweres Benzol, zwischen 120 und 140° destillirend. Das spec. Gewicht der Benzole variirt zwischen 0,85 und 0,89.

Die Benzole werden den Anilinölfabrikanten und den Producenten von Anilinfarben mit genau bestimmtem Benzolgehalte geliefert; ein Benzol von 30—40 Proc. (d. h. mit einem Gehalte an Benzol C_6H_6 von 30—40 Proc., der Rest von 60—70 Proc. ist Toluol und Xylol) eignet sich gut zur Fabrikation von Anilinroth, ein Benzol von 90 Proc. zur Darstellung von Anilinöl für Blau oder Schwarz. Der Siedepunkt der zur Farbenfabrikation geeigneten Benzole liegt zwischen 80 und 120°, ihr spec. Gewicht variirt zwischen 0,85 und 0,89.

Das Benzol wird durch die Einwirkung der Salpetersäure in Nitrobenzol (das wiederum ein Gemenge ist von Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$ oder $C_6\left\{\begin{matrix}H_5\\NO_2\end{matrix}\right.$, Nitrotoluol $C_7H_7NO_2$ oder $C_7\left\{\begin{matrix}H_7\\NO_2\end{matrix}\right.$ und Nitroxylol $C_8H_9NO_2$ oder $C_8\left\{\begin{matrix}H_9\\NO_2\end{matrix}\right)$ übergeführt. Das Nitrobenzol wurde 1834 von E. Mitscherlich in Berlin dargestellt und von C. Collas in Paris unter dem Phantasienamen *Essence de Mirbane* (Mirbanöl) zuerst im Grossen dargestellt. Früher wendete man hierzu den Mansfield'schen Apparat an. Derselbe besteht in einer grossen gewundenen Glasröhre, deren oberes Ende sich gabelförmig in zwei Röhren theilt, welche mit Eingiesstrichtern versehen sind. In den einen dieser Trichter fliesst ein Strom concentrirter Salpetersäure, während der andere zur Aufnahme des Benzols bestimmt ist. An dem Vereinigungspunkte der Trichterröhren, wo beide Körper zusammentreffen, geht die chemische Verbindung vor sich und das neue Produkt kühlt sich beim Durchfliessen durch das schlangenförmige Rohr so weit ab, dass es am untern Ende aufgefangen werden kann. Es braucht nur noch mit Wasser und zuletzt mit einer verdünnten Lösung von Natriumcarbonat gewaschen zu werden, um zur weiteren Verarbeitung geeignet zu sein. Ein weit besseres Verfahren als das vorstehende ist die Darstellung des Nitrobenzols mit einer Mischung von 2 Th. Salpetersäure von 40° B. und 1 Th. Schwefelsäure von 66° B. Man arbeitet in geschlossenen Gefässen, welche den zur Anilinfabrikation benutzten sehr ähnlich sind. Der obere Theil des Gefässes steht durch ein Rohr mit einem Schornstein in Verbindung, um die nitrösen Dämpfe abzuleiten, andererseits communicirt er durch ein Sförmig gebogenes Rohr mit einem Reservoir, in welchem das Säuregemenge sich befindet. Das zu nitrirende Benzol wird auf einmal in den Apparat gebracht, während das Säuregemisch allmälig hinzuläuft. Die Reaction wird mittelst einer Rührvorrichtung befördert. Ein mit dem Kessel communicirender Kühlapparat condensirt das während der Reaction sich verflüchtigende Benzol. Die Beendigung der Einwirkung erkennt man daran, dass die Flüssigkeiten entfärbt sind und in zwei Schichten über einander sich gelagert haben. Nachdem die Säure durch Zusatz von Wasser bis auf 50° B. verdünnt worden ist, trennt man beide Flüssigkeitsschichten durch Decantation. Das Nitrobenzol wird durch Waschen mit Wasser etc. gereinigt*). Gegenwärtig wendet man zuweilen (nach E. Kopp's Vorschlag) bei der Darstellung des Nitrobenzols ein Gemenge von Natriumnitrat und Schwefelsäure an. 100 Kilogr. Benzol liefern 135—140 Kilogr. Nitrobenzol.

Den verschiedenen Benzolen entsprechen verschiedene Nitrobenzole, nämlich 1) leichtes Nitrobenzol, zwischen 205 und 210° siedend. Es bildet das in der Parfümerie und Seifenfabrikation massenhaft verwendete künstliche Bittermandelöl oder die *Essence de Mirbane*; spec. Gewicht = 1,20 (= 24° B.); 2) schweres Nitrobenzol, zwischen 210 und 220° destillirend. Sein eigenthümlicher Fettgeruch verhindert seine Anwendung in der Parfümerie; spec. Gew. = 1,19 (= 23° B.); aus diesem Nitrobenzol werden die Aniline für Roth dargestellt; 3) sehr schweres Nitrobenzol, zwischen 222

*) Die abfallende salpetersäurehaltige Schwefelsäure dient zur Schwefelsäurefabrikation, zum Aufschliessen der Phosphate in den Düngerfabriken, zur Darstellung von Eisenvitriol etc. etc.

und 235° destillirend; spec. Gew. = 1,167 (= 21° B.). Sein Geruch ist unangenehm. Dieses Nitrobenzol wird vorzugsweise auf Anilin zum Zweck der Darstellung von Anilinblau verarbeitet.

Das Rohanilin (Anilinöl), welches zur Herstellung der Theer- oder Anilinfarben dient, ist im wesentlichen ein Gemenge von Anilin (Amidobenzol) C_6H_7N oder $C_6H_5.NH_2$ Toluidin (Amidotoluol) C_7H_9N oder $C_7H_7.NH_2$ und dem (von Rosenstiehl entdeckten) Pseudotoluidin (isomer mit Toluidin). Reines Anilin, so wie reines Toluidin geben für sich nur unter gewissen Bedingungen Farben. Das Anilin wurde zuerst 1826 von dem Chemiker Unverdorben (in Dahme in der Provinz Sachsen) unter den Produkten der Destillation des Indigs, und im Jahre 1833 von Runge (in Oranienburg) als Bestandtheil des Steinkohlentheers wahrgenommen. Letzterer fand zugleich, dass der neue Körper mit Chlorkalklösung zusammengebracht, eine prächtig violette Färbung annehme, weshalb er Kyanol (oder Blauöl) genannt wurde. v. Fritzsche (in St. Petersburg) studirte (1841) den von Unverdorben aus dem Indig erhaltenen Körper, bestimmte seine Zusammensetzung und nannte ihn (nach *anil*, dem portugiesischen Namen des Indigs) Anilin. Zinin (in St. Petersburg) endlich fand (1842), dass beim Behandeln von Nitrobenzol mit Schwefelwasserstoff eine Base sich bildete, die er Benzidam nannte. Spätere Untersuchungen von O. L. Erdmann und Hofmann ergaben, dass der von Unverdorben erhaltene Körper, Krystallin genannt, das Kyanol, das Benzidam und das Anilin identisch seien. Der letztere Name wurde beibehalten. Um die Kenntniss des Anilins und der Anilinverbindungen hat sich namentlich A. W. Hofmann hervorragende Verdienste erworben.

Der Theer enthält 0,3—0,5 Proc. Anilin, jedoch die Ausscheidung des letzteren ist mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft, dass man es allgemein vorzieht, das Anilin indirect durch die Zinin'sche Reaction aus dem Nitrobenzol darzustellen, dadurch, dass man es mit reducirenden Agentien zusammenbringt. 1 Mol. Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$ = 123 giebt 1 Mol. Anilin C_6H_7N = 93. In der Praxis nimmt man an, dass 100 Th. Nitrobenzol 100 Th. Anilin geben. Obgleich das Schwefelwasserstoffgas eine vollständige Reduction des Nitrobenzols zu Anilin bewirkt, so giebt man doch in der Praxis der von Béchamp eingeführten Behandlung des Nitrobenzols mit Eisenfeile und Essigsäure den Vorzug. Der dabei verwendete Apparat ist der von Nicholson construirte. Er besteht im wesentlichen aus einem gusseisernen Cylinder von 10 Hektoliter Capacität, in dessen Längenaxe ein starkes Rohr bis fast auf den Boden des Cylinders hinabgeht. Der obere Theil dieses Rohres steht mit einem Bewegungsmechanismus in Verbindung, seine Oberfläche ist mit stählernen Flügeln versehen. Dieses Rohr dient zum Einleiten von Dampf und als Rührwerk. Zuweilen wendet man anstatt des

hohlen Rohres eine massive Welle an; in diesem Falle ist ein besonderes Dampfrohr vorhanden. Soll der Apparat in Gang gesetzt werden, so trägt man 10 Kilogr. Essigsäure von 8° B., die mit der 6fachen Gewichtsmenge Wasser verdünnt wurde, ein, hierauf 30 Kilogr. gepulvertes Gusseisen oder Eisenfeile oder Drehspäne und 125 Kilogr. Nitrobenzol, und lässt das Rührwerk spielen. Die Reaction tritt sofort unter Temperaturerhöhung und Entwickelung von Dämpfen ein. Man trägt nach und nach neues Eisen ein, bis die Menge des zugesetzten Eisens 180 Kilogr. beträgt. Die während der Reduction des Nitrobenzols zu Anilin entweichenden Dämpfe verdichten sich in dem Kühlapparate und sammeln sich in einem vorgeschlagenen Ballon an, und werden von Zeit zu Zeit in den Cylinder zurückgegeben. Nach einigen Stunden ist die Reduction beendigt. Die entstandene dicke Masse ist von rothbrauner Farbe und besteht wesentlich aus Eisenoxydhydrat, Anilin, essigsaurem Anilin, Eisenacetat und überschüssigem Eisen. Lässt man die Essigsäure und die reducirenden Substanzen aus dem Spiele, so geht der Process nach folgender Gleichung vor sich:

$$\underbrace{C_6H_5NO_2}_{\text{Nitrobenzol.}} + 3\,H_2 = \underbrace{C_6H_7N}_{\text{Anilin.}} + 2\,H_2O$$

Sie wird entweder für sich oder mit Kalk gemengt in gusseisernen Cylindern von der Form der Gasretorten entweder mit Dampf oder über freiem Feuer der Destillation unterworfen. Das Produkt, aus Aceton, Acetanilin, Anilin, Nitrobenzol etc. bestehend, wird noch einmal destillirt und nur der zwischen 115 und 190° übergehende Theil aufgefangen. Der zwischen 210 und 220° übergehende Antheil ist besonders zur Darstellung von Anilinblau geeignet. Das so erhaltene Anilinöl erscheint als eine bräunliche Flüssigkeit, etwas schwerer als Wasser und für die Zwecke der Farbendarstellung genügend rein. Nach Brimmeyr kann man die Essigsäure ganz entbehren und erzielt ein sehr gutes Resultat, wenn man z. B. Nitrobenzol und 60 Th. Eisenpulver unter Zusatz von angesäuertem Wasser (2—2,5 Proc. Salzsäure vom Gewicht des Nitrobenzols) in einer Retorte erst drei Tage zusammen in Berührung lässt und dann das entstandene Anilinöl abdestillirt. In der Anilinfabrik von Gebr. Coblentz in Paris reducirt man das Nitrobenzol durch Eisenfeile, welche zur Hälfte durch Verweilen in Kupfervitriollösung verkupfert wurde. Das bei vorstehendem Processe abfallende Eisenoxyd (oder richtiger Oxyd-Oxydul) wandert in die Gasfabriken, wo es als Bestandtheil der Laming'schen Masse zum Reinigen der Leuchtgase dient.

Die Zusammensetzung des Anilinöles, wesentlich ein Gemenge von Anilin mit Toluidin und Pseudotoluidin, richtet sich nach der Natur des zu seiner Darstellung angewendeten Benzols und Nitrobenzols. Das zwischen 180 und 195° siedende Anilinöl (spec. Gewicht = 1,014 bis 1,021 = 2—3° B.) wird dargestellt aus Nitrobenzolen, welche zwischen 210 und 220° sieden; das schwere Anilinöl für Anilinblau wird, wie oben bemerkt, mit sehr schwerem Nitrobenzol dargestellt. Anilin für Anilinroth wird dargestellt mit Nitrobenzol bei 210—220° siedend, Anilinöl für Anilinviolett mit Nitrobenzol, welches bei 210—225° siedet. Um diese Siedepunktverhältnisse würdigen zu können, erinnern wir an die Siedepunkte nachstehender Körper:

Benzol . .	80°	Nitrotoluol	225°
Toluol . .	108°	Anilin .	182°
Nitrobenzol	213°	Toluidin .	198°

Es folgt aus dem Vorstehenden, dass viele Benzole, Nitrobenzole und Aniline im Handel vorkommen, die man mit demselben Rechte auch Toluole, Nitrotoluole und Toluidine nennen könnte.

Die Produktion an Anilin ist gegenwärtig (1874) eine erstaunlich grosse. Während sie in Deutschland 1867 circa 10,000 Ctr. betrug, ist sie heute bis auf mehr als 25,000 Ctr. gestiegen.

I. Anilinfarben. Aus dem Anilinöl stellt man nun fabrikmässig eine Anzahl Farben dar, von denen bis jetzt folgende die wichtigsten sind.

1) Das Anilinroth oder Fuchsin ist die Verbindung einer Base, die von A. W. Hofmann mit dem Namen Rosanilin bezeichnet wurde, mit einer Säure, gewöhnlich mit Essigsäure und Salzsäure. Die Base selbst ist ungefärbt, ihre Salze dagegen, welche sämmtlich leicht krystallisiren, gefärbt. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{20}H_{19}N_3$, H_2O ausgedrückt. Sie ist auf die Weise entstanden, dass 2 Mol. Toluidin sich mit 1 Mol. Anilin unter Austritt von 4 At. H, welche oxydirt werden, vereinigen ($2\,C_7H_9N + C_6H_7N + 3\,O = 2\,H_2O + C_{20}H_{19}N_3, H_2O$). Die Constitution des Rosanilins wäre demnach $\left.\begin{matrix} C_6H_4 \\ 2\,C_7H_6 \\ H_3 \end{matrix}\right\} N_3 = C_{20}H_{19}N_3$. Nach den Untersuchungen Rosenstiehls (1869) findet sich in allen Fuchsinsorten des Handels die mit Rosanilin isomere Base, das Pseudorosanilin.

Das Anilinroth kann aus dem Anilinöl auf verschiedene Weise sich bilden, so mit Zinnchlorid, mit Kohlensuperchlorid, mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, mit Quecksilberchlorid, mit Salpetersäure, mit Antimonsäure, mit Arsensäure, mit Anilinöl, Nitrotoluol, Salzsäure und metallischem Eisen. Aus 100 Th. Anilin erhält man 25 bis 33 Th. an krystallisirtem Fuchsin.

Man hat bis zum Jahre 1873 meist dem Arsensäureverfahren den Vorzug gegeben, trotzdem, dass die arsenhaltigen Rückstände für den Fabrikanten eine Quelle von Unannehmlichkeiten der ärgsten Art werden. Nach dem Verfahren von Girard und Delaire erwärmt man 1 Ctr. Anilinöl mit 2 Ctr. Arsensäurehydrat von 60° B. (= 1,71 spec. Gewicht) 4—5 Stunden lang bei einer Temperatur, die 190—200° nicht übersteigen darf. Die sich hierbei bildende rothe Masse (die Fuchsinschmelze) wird in kleine Stücke zerschlagen, mit Wasser ausgekocht und sobald die Lösung vor sich gegangen ist, durch Filze oder Leinenbeutel in Krystallisirgefässe filtrirt. Nach 2—3 Tagen leitet man die über den Krystallen stehende Mutterlauge in Gruben, welche mit Sandstein ausgelegt und innen getheert sind, und schlägt die darin befindliche Arsensäure und arsenige Säure mit einer Mischung aus Schlämmkreide und Calciumhydroxyd nieder. Der Kalkniederschlag wird auf Arsenpräparate verarbeitet. Die auskrystallisirte Masse wird durch Umkrystallisiren gereinigt. In den französischen Fabriken löst man die Fuchsinschmelze

in Salzsäure und Wasser auf und neutralisirt mit Soda. Hierbei scheidet sich fast alles Fuchsin in Form eines aus krystallinischen Blättchen bestehenden Kuchens aus, der durch Auskochen in Wasser gelöst und dann zum Krystallisiren gebracht wird. Das so erhaltene Fuchsin ist stets arsenhaltig. Handelt es sich daher um das Färben von Spirituosen und Conditorwaaren, so ist ein Rosanilinsalz zu verwenden, welches mittelst Chlorkohlenstoff oder Quecksilberchlorid dargestellt wurde. Die Salze des Rosanilins zeigen meist im reflectirten Lichte den grünen metallischen Glanz gewisser Käferflügeldecken, während sie in durchfallendem Lichte roth erscheinen. Das salzsaure Salz heisst vorzugsweise Fuchsin, das essigsaure Roseïn, das salpetersaure Azaleïn. Ihre Lösungen in Wasser oder Alkohol besitzen die bekannte prächtig carminrothe Farbe. Sie sind von äusserst grosser Färbekraft; 1 Kilogr. Fuchsin reicht hin zum Färben von 200 Kilogr. Wolle. Das gerbsaure Rosanilin ist in Wasser schwer löslich. Das Fuchsin ist die Grundlage fast aller übrigen Anilinfarben, so giebt Fuchsin mit Anilinöl Violett oder Blau; Fuchsin mit Jodäthyl Blau oder Violett u. s. w. Die Wirkungsweise der Arsensäure bei der Rosanilinbildung lässt sich auf folgende Weise vorstellen:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C_6H_7N \\ 2\,C_7H_9N \end{matrix}\right\} = C_{20}H_{25}N_3}_{\text{Anilinöl.}} + \underbrace{3\,As_2O_5}_{\text{Arsensäure.}} = \underbrace{C_{20}H_{19}N_3}_{\text{Rosanilin.}} + \underbrace{3\,As_2O_3}_{\text{Arsenige Säure.}} + \underbrace{3\,H_2O}_{\text{Wasser.}}$$

Das Verfahren der Fuchsindarstellung ohne Arsensäure, in der chemischen Fabrik von Meister, Lucius und Brüning zu Höchst a. M. schon seit längerer Zeit eingeführt, gründet sich auf die Einwirkung von Nitrobenzol auf Anilinöl bei Gegenwart von metallischem Eisen und Salzsäure. Die Bildung des Rosanilins (Brüningsroth) kann nach folgender Gleichung gedacht werden:

$$\underbrace{2\,C_7H_9N}_{\text{Toluidin}} + \underbrace{C_6(NO_2)H_5}_{\text{Nitrobenzol}} = \underbrace{C_{20}H_{19}N_3}_{\text{Rosanilin.}} + 2\,H_2O.$$

2) Die violetten Farbstoffe aus dem Anilin lassen sich auf dreierlei Weise darstellen, nämlich

a) durch Oxydation des Anilins;
b) durch Phenylirung des Rosanilins;
c) durch Aethylirung des Rosanilins;
d) durch Oxydation des Methyl-Anilins.

a) Durch Oxydation des Anilins erhält man Perkin's Violett oder das Mauveïn. Es wurde am 26. August 1856 von W. H. Perkin in London entdeckt und aus dem Anilinöl mittelst Kaliumbichromat und Schwefelsäure dargestellt. Später wurde es auch auf andere Weise erhalten, so durch Behandeln eines Anilinsalzes mit Chlorkalklösung, mit Manganсsuperoxyd oder Bleisuperoxyd bei Gegenwart von Schwefelsäure, mit Kaliumpermanganat, mit Ferridcyankalium, mit Chlor, mit Kupferchlorid u. s. w. Von all' diesen Vorschlägen hat nur der mit Kaliumbichromat industrielle Wichtigkeit erlangt. Das nach diesem Verfahren erhaltene Violett hat zur Base das Mauveïn $C_{27}H_{24}N_4$. Das Mauveïn liefert durch Oxydation mit Bleisuperoxyd und Essigsäure das schön rothe Safranin.

b) Durch Phenylirung des Rosanilins erhält man auf verschiedene Weise violette Farben, so z. B. erhalten Girard und de Laire ein

Violett, genannt *Violet Impérial*, Reginapurpur, Geranosin durch Einwirkenlassen von Kaliumchromat auf ein Gemenge von Anilinöl und salzsaurem Rosanilin bei 180°. Ein anderes Violett wird nach Nicholson durch Erhitzen von Fuchsin bis auf 200—215° erhalten. Auch beim Erhitzen eines Rosanilinsalzes mit überschüssigem Anilin entstehen, ehe Anilinblau sich bildet, violette Farben, von denen (nach Hofmann)

die rothviolette Monophenyl-Rosanilin,
„ blauviolette Diphenyl-Rosanilin

ist; letztere Verbindung geht bei weiterem Erhitzen in Triphenyl-Rosanilin = Anilinblau über. Demnach ist

Rosanilin roth	$C_{20}H_{21}N_3O$
Monophenyl-Rosanilin rothviolett	$C_{20}H_{20}(C_6H_5)N_3O$
Diphenyl-Rosanilin blauviolett .	$C_{20}H_{19}(C_6H_5)_2N_3O$
Triphenyl-Rosanilin blau . . .	$C_{20}H_{18}(C_6H_5)_3N_3O$

Vorstehendes Violett führt gegenwärtig den Namen altes Violett oder *Violet nonpareil.*

c) Durch Aethylirung des Rosanilins erhält man die sogenannten Neu- oder Jodviolette (Hofmann's Violette oder Dahliafarben), welche sich von den vorigen dadurch unterscheiden, dass in ihren Basen nicht das Phenyl, sondern die Alkoholradikale Aethyl, Methyl und Amyl die Substituirung vollführen. Man erhält sie, indem man Fuchsin in geschlossenen Cylindern mit den Jodüren (mitunter auch mit den Bromüren) der Alkoholradikale und etwas Alkohol als Lösungsmittel auf 100—110° C. erhitzt, wobei je nach der Dauer der Einwirkung

Monäthyl-Rosanilin
Diäthyl-Rosanilin
oder Triäthyl-Rosanilin

sich bildet. Die höchst äthylirte Base ist blauviolett, die minder äthylirten zeigen röthliche Nüancen. Die methylirten und äthylirten Violette haben vor den mit Phenyl substituirten eine grössere Brillanz voraus.

d) Durch Oxydation des Methylanilins stellt man das Pariser Violett oder *Violet de Paris* $C_{23}H_{25}N_3$ dar. Diese prächtige und relativ beständige Farbe, von der man gegenwärtig in Deutschland schon mehr als 10 Ctr. täglich darstellt, wurde von Bardy, Chemiker in der Fabrik von Poirrier und Chappat in Paris entdeckt. Das Methylanilin stellt man dar, indem man eine Mischung von salzsaurem Anilin und Methylalkohol in Autoclaven einer Temperatur von 280—300° aussetzt. Das Produkt der Einwirkung, ein Gemenge von Methyl- und Dimethylanilin, wird mit Aetznatronlauge zerlegt und das sich abscheidende Oel durch Destillation gereinigt. Die Base, hauptsächlich Dimethylanilin $C_6H_5(CH_3)_2N$ wird durch Oxydation entweder mit Kaliumchlorat und Kupfervitriol, oder mit Kupfernitrat und Kochsalz in Violett (Methylviolett) übergeführt. Eine prachtvolle Modification des Methylviolett ist das von Bardy 1872 dargestellte Benzylmethylanilinviolett, welches man durch Einwirkenlassen von Chlorbenzyl $C_7H_7Cl = \left\{\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_2Cl \end{matrix}\right.$ auf Methylanilinviolett erhält.

3) Das Safranin, 1868 von Perkin zuerst dargestellt, ist ein schön rother Theerfarbstoff, der sich als Surrogat für Safflor in der Baumwoll- und Seidenfärberei eingebürgert hat. Er kommt im Handel entweder in fester

Form als gelbrothes Pulver oder *en pâte* vor. Man erhält das Safranin durch successive Behandlung von hochsiedendem Anilin mit salpetriger Säure und Arsensäure. Nach einer unlängst (im Juni 1872) veröffentlichten Untersuchung von A. W. Hofmann und A. Geyger ist das Safranin unzweifelhaft ein Toluidinderivat und hat die Formel $C_{21}H_{20}N_4$. Das Safranin steht dem Mauveïn sehr nahe, es bildet sich auch (nach Perkin — 1868 —) als Nebenprodukt bei der Darstellung von Mauveïn. Man könnte sich versucht fühlen, das Mauveïn für phenylirtes Safranin zu halten:

$$\underbrace{C_{27}H_{24}N_4}_{\text{Mauveïn.}} = \underbrace{C_{21}H_{19}(C_6H_5)H_4}_{\text{Phenylirtes Safranin.}}.$$

4) Das Anilinblau (Azulin, Azurin) wurde am 2. Januar 1861 von de Laire und Girard erhalten, indem sie ein Gemenge von Rosanilin, Anilin und Essigsäure oder Benzoësäure etwa zwei Stunden lang bis auf 180—185° erhitzten und das Produkt mit Salzsäure aufnahmen. Das so erhaltene Blau ist unter dem Namen *Bleu de Paris* oder *Bleu de Lyon* in den Handel gekommen. Es erscheint im trocknen Zustande kupferglänzend ohne die Beimischung von grün oder gelb, welche das Fuchsin und das Anilinviolett charakterisirt. Es ist in Wasser unlöslich. Um es löslich zu machen, löst man es in concentrirter Schwefelsäure und digerirt die Lösung $1^1/_2$ Stunden lang bei 150° C. Durch Zusatz von Wasser wird das Blau aus der Lösung in modificirter und in Wasser löslicher Form abgeschieden. Durch Natronlauge wird es vollständig gesättigt. Letztere Verbindung heisst *Bleu soluble*, Nicholsonblau, Alkaliblau. Unter den Bildungsweisen des Anilinblau auf anderen Wegen sei angeführt die aus Rosanilin und Aldehyd, aus Rosanilin und rohem Holzgeist, aus Rosanilin und alkoholischer Schellacklösung, wodurch das sogenannte *Bleu de Mulhouse* sich bildet, ferner durch Oxydation von Methylanilin, aus Rosanilin und bromirtem Terpentinöl, aus Rosanilin und Isopropyljodid, aus Rosanilin und Aethylenjodid und -bromid, aus Rosanilin und Jod- und Bromaceton.

Die Umwandelung des salzsauren Rosanilin (Fuchsin) durch Erhitzen mit Anilinöl in Anilinblau geht nach folgender Gleichung vor sich:

$$\underbrace{C_{20}H_{19}N_3\text{, }ClH}_{\text{Rosanilinsalz.}} + \underbrace{3\,C_6H_7N}_{\text{Anilin.}} = \underbrace{C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3\text{, }HCl}_{\text{Anilinblau.}} + \underbrace{3\,NH_3}_{\text{Ammoniak.}}$$

Das mit Rosanilin und Anilinöl dargestellte Anilinblau ist Rosanilin $\left.\begin{matrix}C_6H_4\\2\,C_7H_6\\H_3\end{matrix}\right\}N_3$, in welchem die 3 At. basischen Wasserstoffs durch 3 Molek. Phenyl C_6H_5 ersetzt wurden, mithin Triphenyl-Rosanilin, dessen salzsaure Verbindung die Formel hat $C_{38}H_{32}N_4Cl$. Die Ueberführung des unlöslichen Anilinblau in lösliches Blau (Natriumsalz der Triphenylrosanilinmonosulfosäure) lässt sich durch folgende Gleichung erläutern:

$$\underbrace{C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3}_{\text{Anilinblau.}} + H_2SO_4 = \underbrace{C_{20}H_{16}\left\{\begin{matrix}(C_6H_5)_2\\(C_6H_4,\,HSO_3)\end{matrix}\right\}N_3}_{\text{Triphenylrosanilinmonosulfosäure.}} + H_2O.$$

Erhitzt man ein Rosanilinsalz mit Toluidin, so erhält man das analoge Toluidinblau (Tritolyl-Rosanilin) $C_{41}H_{37}N_3 = C_{20}H_{16}(C_7H_7)_3N_3$. Erhitzt

man Anilinblau, so findet sich unter den Produkten der trocknen Destillation Diphenylamin $C_{12}H_{11}N$, weisse Krystalle bildend, welche mit Salpetersäure übergossen, sich prachtvoll blau färben. Das Diphenylamin und seine Homologen, namentlich das Phenyltolylamin $C_{13}H_{13}N$, welches bei der trocknen Destillation des sogenannten Bleuin $C_{39}H_{33}N_3$ sich bildet, wendet man seit einiger Zeit zur Darstellung von neuen Blauvarietäten an. A. W. Hofmann fand, dass, wenn man, wie oben bemerkt, Rosanilin mit Jodäthyl oder Jodamyl längere Zeit erhitzt, sich als höchst äthylirtes oder amylirtes Produkt (Triäthyl-Rosanilin oder Triamyl-Rosanilin) Anilinblau (Jodblau) bildet. Auch durch Einschieben von Naphtyl in Fuchsin lässt sich prächtiges Blau (Naphtylblau) erhalten. — Eine Sorte Anilinblau, welche bei künstlichem wie bei Tageslichte rein blau erscheint, heisst *Bleu de lumière* oder *Bleu de nuit*, eine andere ins Violette schimmernde Nüance *Bleu de Parme*.

5) Das Anilingrün existirt in drei verschiedenen Varietäten, nämlich als Aldehydgrün, als Jodgrün und als Methylenanilingrün. Das Aldehydgrün (Emeraldin) wurde im Jahre 1863 von Cherpin (Chemiker in der Fabrik von Usèbe zu Saint-Ouen) durch Behandeln einer mit Schwefelsäure versetzten Lösung von schwefelsaurem Rosanilin mit Aldehyd, wobei man vorsichtig erhitzt, bis die Lösung eine dunkelgrüne Farbe angenommen hat, erhalten. Das Aldehydgrün ist schwefelhaltig. Dann setzt man Natriumhyposulfit hinzu und kocht einige Minuten. Alles Grün bleibt in Lösung und dient so zum Färben der Seide. Das Natriumhyposulfit kann durch Schwefelammon oder durch Schwefelwasserstoff ersetzt werden. Durch ein Gemenge von Kochsalz und Natriumcarbonat kann die grüne Farbe aus der Lösung gefällt werden. Sie wird in einer Mischung von 2 Th. Schwefelsäure und 50—70 Th. Alkohol gelöst. Das Anilingrün ist von prächtiger Nüance, besonders bei Kerzenlicht, wodurch es sich von jedem anderen Grün vortheilhaft unterscheidet. Das Aldehydgrün ist schwefelhaltig und hat die Formel $C_{22}H_{27}N_3S_2O$. Es kann möglicherweise entstanden sein durch das Zusammentreten von 1 Molekül Rosanilin, 1 Molekül Aldehyd und 2 Molekül Schwefelwasserstoff:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Rosanilin} \;\ldots & C_{20}H_{19}N_3 \\ \text{Aldehyd} \;\ldots & C_2H_4O \\ \text{Schwefelwasserstoff} & 2\,H_2S\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Aldehydrün} \\ C_{22}H_{27}N_3S_2O.\end{array}\right.$$

Die *zweite* Art Anilingrün ist das 1863 von A. W. Hofmann entdeckte Jodgrün (*vert à l'iode, vert de nuit*), welches bei der Fabrikation der durch Methylirung und Aethylirung aus dem Rosanilin gebildeten violetten Farbstoffe (Hofmann's Violett) entsteht. Man erhält es auf folgende Weise: 1 Th. essigsaures Rosanilin, 2 Th. Jodmethyl und 2 Th. Methylalkohol erhitzt man unter hohem Drucke mehrere Stunden lang. Nach beendigtem Erhitzen hat man ein Gemenge violetter und grüner Farbstoffe in Methylalkohol gelöst. Nachdem die flüchtigen Produkte durch Destillation entfernt sind, bringt man das Gemisch der Farbstoffe in eine grosse Menge siedenden Wassers. Das Grün löst sich vollständig, die violetten Farbstoffe bleiben ungelöst. Das Grün wird aus der Lösung durch eine kaltgesättigte Lösung von Pikrinsäure in Wasser gefällt. Das Pikrat des Jodgrüns wird auf einem Filter gesammelt, flüchtig mit Wasser gewaschen und nach dem Abdampfen *en pâte* in den Handel gebracht. Im krystallisirten Zustande

hat das (pikrinsäurefreie) Jodgrün die Formel $C_{25}H_{33}N_3OJ_2$. Es bildet sich durch die Einwirkung von Jodmethyl auf Hofmann's Violett:

$$\underbrace{C_{26}H_{16}(CH_3)_3N_3}_{\text{Hofmann's Violett.}} + 2\,CH_3J = \underbrace{C_{25}H_{31}N_3J_2}_{\text{Jodgrün.}}.$$

Beim Eintrocknen des Grüns darf die Temperatur nicht über 50—60° gesteigert werden, da bei höherer Temperatur das Jodgrün sich zersetzt und in Jodviolett und in Jodwasserstoff zerfällt.

Die *dritte* Art des Anilingrüns ist das Methylenanilingrün oder Methylgrün, das seit 1873 von der Farbenfabrik von Bindschedler und Busch in Basel in den Handel gebracht wird. Es zeichnet sich durch prachtvolle Nüance und vollendete Krystallisation aus und ist in Wasser löslich. Nach Appenzeller ist es nach der Formel $C_{25}H_{33}N_3OCl_4Zn$ zusammengesetzt und ist zu betrachten als das Doppelsalz von Chlorzink mit einem Grün ($ZnCl_2 + C_{25}H_{33}N_3OCl_2$), welches sich von dem Jodgrün nur durch die Ersetzung von Jod durch Chlor unterscheidet. Und in der That, man kann Jodgrün darstellen, indem man zum Methylviolett 2 Mol. Jodmethyl addirt:

$$\underbrace{C_{23}H_{25}N_3}_{\text{Methylviolett.}} + 2\,(CH_3J) = \underbrace{C_{25}H_{31}N_3J_2}_{\text{Jodgrün.}}$$

Aeusserst wichtig für die Theerfarbenfabrikation ist die Entdeckung Baubigny's, dass bei der Umwandelung des Methylvioletts in Grün das kostspielige Jodmethyl durch das wohlfeile (aber überaus gefährliche) Methylnitrat CH_3NO_3 ersetzt werden kann.

6) Anilingelb und Anilinorange. Bei der Darstellung von rothen Farben aus Anilinöl entsteht neben Fuchsin stets ein harzähnlicher Körper, aus welchem Nicholson einen prächtigen gelben Farbstoff, das Anilingelb, Anilinorange, Aurin oder salzsaures Chrysanilin isolirte, welcher Wolle und Seide schön gelb färbt. Das Chrysanilin ist eine Base und hat die Formel $C_{20}H_{17}N_3$. Das interessanteste Salz derselben ist das Nitrat, welches unlöslich ist in Wasser. Die Darstellung des Chrysanilingelbes ist höchst einfach. Der Rückstand von der Bereitung des Fuchsins wird mit Wasserdämpfen behandelt; sobald sich eine gewisse Menge von Base gelöst hat, fällt man das Chrysanilin mittelst Salpetersäure. H. Schiff erhielt Anilingelb durch Einwirkenlassen von Antimonsäure- oder Zinnsäurehydrat auf Anilin, M. Vogel durch die Einwirkung von salpetriger Säure auf eine alkoholische Lösung von Rosanilin. Letzteres Anilingelb hat die Formel $C_{20}H_{19}N_2O_6$ und ist in Alkohol, nicht in Wasser löslich.

7) Das Anilinschwarz (Jetolin) $C_6H_7NO_6$ (?) (ein dunkles Anilingrün, entstanden durch die Einwirkung oxydirender Agentien auf Anilinöl), von J. von Fritzsche bereits im Jahre 1843 wahrgenommen, wurde früher aus den Rückständen von der Bereitung von Anilinviolett mit Kaliumbichromat dargestellt, gegenwärtig aber erhalten durch Einwirkenlassen von Kaliumchlorat und Kupferchlorid auf salzsaures Anilin (Lightfoot). Wie Cordillot nachgewiesen, kann das chlorsaure Kali und das Kupferchlorid durch Ferridcyanammonium, oder nach Lauth durch frischgefälltes Schwefelkupfer ersetzt werden. Letzteres wirkt nach Bolley, indem es sich zu Kupfervitriol oxydirt und zugleich Sauerstoff auf das Anilin überträgt. Das nach letzterem Verfahren erhaltene Schwarz, welches seiner Unlöslichkeit

wegen auf dem zu färbenden Stoffe selbst erzeugt werden muss, ist auch schwarzer Indig oder Indigschwarz genannt worden. Nach C. F. Brandt, welcher nachgewiesen hat, dass das Anilinschwarz eine bestimmte Zusammensetzung nicht hat, stellt man das Anilinschwarz aus chlorsaurem Anilin dar. Ein neueres Anilinschwarz ist das Lukasschwarz (Peterson's Schwarz), dessen werthvollste Eigenschaft darin besteht, dass es bereits Farbe ist und zu seiner Entwickelung nur noch schwach oxydirt zu werden braucht. Es ist eine schwarze flüssige Masse aus salzsaurem Anilin und essigsaurem Kupfer bestehend, die mit Kleister vermischt aufgedruckt wird. Das Schwarz oxydirt sich von selbst an der Luft; die Oxydation wird aber beschleunigt, wenn man die Stoffe in einem feuchten Raume bei 40° aufhängt. In neuerer Zeit kommt endlich ein Anilinschwarz (z. B. von Gebr. Heyl & Comp. in Berlin) im Handel vor, welches wie Ultramarin, Chromgrün und andere Körperfarben mit Albumin verdickt, sofort aufgedruckt und nach dem Drucken durch Dämpfen fixirt werden kann. Man verwendet das Anilinschwarz in der Färberei und Zeugdruckerei.

8) Das Anilinbraun (Havannabraun) stellt man nach de Laire durch Erhitzen eines Gemenges von Anilinviolett oder Anilinblau mit salzsaurem Anilin bis auf 240° C. dar, bis die Farbe der Mischung in Braun übergeht. Das so erhaltene Braun ist in Wasser, Alkohol und Säuren löslich und kann unmittelbar zum Färben benutzt werden. Gewöhnlich ist das, was der Färber unter dem Namen Anilinbraun erhält, zu hoch erhitzte (verbrannte) Fuchsinschmelze. Ein anderes Anilinbraun (Bismarckbraun) gewinnt man durch Schmelzen von Fuchsin mit salzsaurem Anilin. Ein unter dem Namen Cannelle im Handel vorkommender brauner Anilinfarbstoff soll im wesentlichen aus den sauren Salzen des Chrysotoluidin $C_{21}H_{21}N_3$ bestehen, welches aus dem Toluidin nach folgender Gleichung sich bildet:

$$\underbrace{3\,C_7H_9N}_{\text{Toluidin.}} - 3\,H_2 = \underbrace{C_{21}H_{21}N_3}_{\text{Chrysotoluidin.}}$$

II. Farben aus Phenol und Kresol. Aus den bei 150—200° übergehenden Antheilen des schweren Steinkohlentheeröls besteht die Phenylsäure (Carbolsäure, Phenol, Phenylalkohol, Monoxybenzol). Sie erscheint, so wie sie von E. Sell in Offenbach, von C. Calvert & Co. in Bradford und von Ch. Lowe & Co. in Manchester in den Handel geliefert wird, als eine krystallinische Masse, die an der Luft schwach geröthet wird, bei 34° C. schmilzt und bei 186° siedet. Sie ist (nach Laurent's Methode durch Behandeln des schweren Theeröles mit Alkalien dargestellt) ein Gemenge der drei homologen Körper oder Phenole:

Phenylsäure (Phenol, Monoxybenzol, Carbolsäure) C_6H_6O oder $C_6H_5(OH)$

Kresylsäure (Monoxytoluol, Kresol) C_7H_8O oder $C_6H_4\begin{cases}OH\\CH_3\end{cases}$

Phlorylsäure (Isomonoxyxylol, Phlorol) $C_8H_{10}O$ oder $C_8H_9(OH)$.

Sie löst sich in 33 Th. Wasser. Die Calvert'sche Phenylsäure, wie sie die Farbenfabriken verwenden, wird dargestellt, indem man ein Gemenge der Laurent'schen Säure mit Wasser abkühlt. Bei + 4° C. scheidet sich Phenylsäurehydrat $C_6H_6O + H_2O$ aus, welches durch Entziehung des Wassers in *reine* Phenylsäure übergeht, die bei 41° schmilzt. Sie findet ausser als Conservationsmittel (von Bauholz und Eisenbahnschwellen) auch als Antisepticum z. B. zum Einbalsamiren, in der Pergament- und Darmsaitenfabrikation, in den Leimfabriken, in der Gerberei, Unschlittbereitung und als Desinfectionsmittel für Aborte, Schlachthäuser, Ställe, Käfige und zum Räuchern von Krankenzimmern und Schiffsräumen etc. etc. Anwendung. Aber wol 50 Proc. der gegenwärtig fabricirten Phenylsäure dienen zur Darstellung der Phenolfarbstoffe.

1) Die Pikrinsäure (Trinitrophenylsäure, Trinitrophenol, Trinitromonoxybenzol) $C_6H_3(NO_2)_3O$ oder $C_6H_2(NO_2)_3 . OH$, durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Phenol oder besser noch durch Behandeln von krystallisirtem phenolsulfosaurem Natrium mit Salpetersäure erhalten, krystallisirt in gelben Blättchen, die sich schwer in kaltem Wasser, leicht in heissem Wasser und in Alkohol löst. Sie schmilzt bei 117° und verpufft beim raschen Erhitzen. Sie findet besonders zum Gelbfärben und in Verbindung mit Anilingrün (Jodgrün), Indig oder Berlinerblau zum Grünfärben der Seide und Wolle Anwendung*). In Verbindung mit Alkalien wird sie in neuerer Zeit zur Herstellung von Pulversurrogaten (z. B. Pikratpulver) verwendet.

In Frankreich stellt man jährlich gegen 80—100,000 Kilogr. Pikrinsäure dar, die indessen nicht nur zum Färben, sondern auch in namhafter Menge zur Bereitung des Pikratpulvers Verwendung findet. Von der mit der Pikrinsäure homologen Trinitrokresylsäure (Trinitrokresol) kommt das Ammoniaksalz unter dem Namen Victoriaorange oder *Jaune anglais* im Handel vor, welches indessen nach den Untersuchungen von H. Wichelhaus und C. Martius fast stets Binitrokresolsalz ist. Es erscheint als ein rothes, bei 109—110° schmelzbares Pulver, welches in Wasser sich löst und in der Gelbfärberei Anwendung findet. Es enthält, wie es scheint, fast durchweg neben der Trinitrokresylsäure auch Binitrokresylsäure, welche letztere durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Toluidin erhalten werden kann. Pikrinsäure giebt beim Behandeln mit Cyankalium die Isopurpursäure ($C_8H_5N_5O_6$), Trinitrokresylsäure die Kresylpurpursäure, $C_9H_7N_5O_6$ (v. Sommaruga), deren Kalium- und Ammonsalze das Granatbraun bilden.

2) Die Phénicienne oder das Phenylbraun ist ein 1865 von Roth dargestellter und in der Seiden- und Wollfärberei angewendeter Farbstoff, welcher durch die Einwirkung einer Mischung von Schwefelsäure und

*) Es ist in neuerer Zeit vorgekommen, dass anstatt der reinen (nicht explosionsfähigen) Pikrinsäure die Natriumverbindung derselben unter dem Namen Pikrinsäure und Anilingelb in den Handel gebracht worden ist und durch seine explodirenden Eigenschaften zu grossen Unglücksfällen Veranlassung gegeben hat.

Salpetersäure auf Phenylsäure sich bildet. Das Phenylbraun ist ein amorphes Pulver, das ein Gemenge aus zwei Farbstoffen, einem gelben (nach P. Bolley Dinitrophenol $C_6H_4(NO_2)_2O$) und einem schwarzbraunen, den Humuskörpern sich anreihenden, sein soll.

3) Das Grénat soluble oder Granatbraun, welches in neuester Zeit von J. Casthelaz in Paris als Ersatzmittel der Orseille in die Färberei eingeführt wurde, ist nichts anderes als das vor längerer Zeit von Hlasiwetz in Wien entdeckte isopurpursaure Kalium (oder richtiger ein Gemenge davon mit kresylpurpursaurem Kalium), welches bei der Einwirkung von Cyankalium auf eine Lösung von Pikrinsäure (nach der von Zulkowsky angegebenen Gleichung) auf folgende Weise sich bildet:

$$\underbrace{C_6H_3(NO_2)_3O}_{\text{Pikrinsäure}} + \underbrace{3\,KCN}_{\text{Cyankalium}} + 2\,H_2O = \underbrace{C_8H_4KN_5O_6}_{\text{isopurpursaures Kalium}} + \underbrace{NH_3}_{\text{Ammoniak}} + \underbrace{K_2CO_3}_{\text{kohlens. Kalium.}}$$

Da das Granatbraun bei schwacher Reibung schon mit grösster Heftigkeit explodirt, so kommt es in Teigform (*en pâte*) in den Handel. Zur Verhütung des Austrocknens des Teiges ist derselbe mit etwas Glycerin versetzt.

4) Das Corallin (Aurin, Paeonin, Tropaeolin), ein scharlachrother Farbstoff, der nach H. Fresenius in reinem Zustande aus Alkohol in langen, fadenförmigen, in einander verfilzten, scharlachrothen Nadeln von grossem Glanze krystallisirt. Sein Schmelzpunkt liegt bei 156°. Das Corallin löst sich in kaltem Wasser nur wenig, leicht dagegen in alkalisch gemachtem Wasser, in Alkohol und in Phenol, Chloroform und Benzol lösen nur geringe Mengen, in Schwefelkohlenstoff ist das Corallin unlöslich. Das Corallin entsteht nach Kolbe und R. Schmitt durch Erhitzen eines Gemenges von Phenylsäure, Oxalsäure und Schwefelsäure, bis die Farbe sich genügend entwickelt hat; nach beendigter Reaction wäscht man mit siedendem Wasser, um die überschüssige Säure zu entfernen; die zurückbleibende Substanz wird getrocknet und gepulvert und bei einer Temperatur von 150° der Einwirkung von Ammoniak ausgesetzt. Aus der resultirenden carmoisinroth gefärbten Flüssigkeit wird der Farbstoff durch Salzsäure gefällt. Das Corallin ist im Wasser fast unlöslich, leicht löslich dagegen in Alkohol und Lösungen kohlensaurer Alkalien.

In welcher Beziehung das Corallin zu der von Runge im Theer entdeckten Rosolsäure steht, ist noch zu ermitteln. Nach den Untersuchungen von H. Caro wären beide Körper identisch. Die Rosolsäure $C_{20}H_{16}O_3$ entstehe (ähnlich wie Rosanilin aus Anilin und Toluidin sich bilde) aus Phenylsäure und Kresylsäure nach folgender Gleichung:

$$\underbrace{C_6H_6O}_{\text{Phenylsäure.}} + \underbrace{2\,C_7H_8O}_{\text{Kresylsäure.}} = \underbrace{C_{20}H_{16}O_3}_{\text{Rosolsäure.}} + 3\,H_2$$

Nach den Angaben von Caro und Wanklyn bildet sich die Rosolsäure ferner beim Behandeln einer sauren Fuchsinlösung mit Kaliumnitrit und Behandeln der entstandenen Diazoverbindung mit Salzsäure und Wasser. Nach H. Fresenius (1872) ist das nach dem Kolbe-Schmitt'schen Verfahren dargestellte Corallin verschieden von dem nach dem Caro-Wanklyn'schen Verfahren aus Rosanilin erhaltenen (Pseudocorallin).

Letzteres besitzt nicht die Formel, welche Caro und Wanklyn ihm zuschreiben, sondern seine empirische Formel ist $C_{26}H_{28}O_{10}$. Nach der Kolbe-Schmitt'schen Methode lassen sich ebenso wie aus Phenol auch aus Phenetol und aus Anisol ähnliche rothe Farbstoffe darstellen. Bei der Bildung des Corallin (nach Kolbe und Schmitt) ist das nascirende Kohlenoxyd das mit der Phenolsulfosäure in Action tretende Agens. Nach H. Kolbe ist möglicherweise das Corallin formylirtes Phenol, d. h. Phenol, in welchem 1 Mol. Formyl HCO die Stelle von 1 At. Wasserstoff des Phenols einnimmt:

$$\underbrace{C_6H_5 . OH}_{\text{Phenol}} + CO = \underbrace{C_6 \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HCO \end{matrix} \right\} . OH}_{\text{Corallin.}}$$

Nach einer Mittheilung von Dale und Schorlemmer (1871 u. 73) hätte das bei 200° getrocknete Aurin die Formel $C_{20}H_{14}O_3$ und wäre nach folgender Gleichung entstanden:

$$3\, C_6H_6O + 2\, CO = C_{20}H_{14}O_3 + 2\, H_2O,$$

da das Phenol des Handels aber stets Kresol enthält, so sei es nicht unwahrscheinlich, dass das letztere an der Reaction Theil nimmt und die Bildung des Farbstoffs nach der Gleichung

$$2\, C_6H_6O + C_7H_8O + 2\, CO = C_{21}H_{16}O_3 + 2\, H_2O$$

vor sich geht.

Das in jüngster Zeit unter dem Namen Coquelicot (dem französischen Namen des Klatschmohnes, *Papaver Rhoëas*) aufgetauchte Phenolroth ist, wie es scheint, nur eine Modification des Corallins.

5) Azulin (Phenylblau, Rosolblau). Erhitzt man Corallin mit Anilinöl, so erhält man nach J. Persoz und Guinon-Marnas einen blauen Farbstoff, welcher den Namen Azulin (Azurin) erhielt. Möglicherweise ist das Azulin nichts anderes wie Anilinblau.

6) Erwähnenswerth sind hier die von A. Baeyer durch Einwirkenlassen von Phenol auf Phtalsäureanhydrid darstellbaren rothen Farbstoffe.

III. Naphtalinfarben. Das Naphtalin $C_{10}H_8$ ward 1820 von Garden im Steinkohlentheer entdeckt und später von Faraday, A. W. Hofmann, Fittig, M. Balló u. A. näher untersucht. Es erscheint in weissen, sehr dünnen rhombischen Blättchen von eigenthümlichem, etwas an Storax erinnerndem Geruche und brennendem Geschmacke, die nach dem Schmelzen und Erstarren blendendweisse krystallinische Massen von 1,151 spec. Gewicht bilden. Es schmilzt zwischen 79 und 80° und siedet bei 216—218° C. Es ist unlöslich in kaltem Wasser, sehr wenig löslich in heissem, leicht löslich in siedendem Alkohol, Benzol, Aether, in flüchtigen und fetten Oelen und in Essigsäure. Es verbindet sich mit Pikrinsäure zu schönen gelben Nadeln. Durch die Einwirkung von Salpetersäure geht es in die Phtalsäure über, die je nach

Umständen durch Abspalten von Kohlensäure entweder in Benzol oder in Benzoësäure übergeführt werden kann:

$$\alpha)\ \underbrace{C_8H_6O_4}_{\text{Phtalsäure}} - 2\,CO_2 = \underbrace{C_6H_6}_{\text{Benzol}};$$

$$\beta)\ \underbrace{C_8H_6O_4}_{\text{Phtalsäure}} - CO_2 = \underbrace{C_7H_6O_2}_{\text{Benzoësäure}}.$$

Zwischen den Abkömmlingen des Benzols und des Naphtalins findet grosse Analogie statt und zwar nicht nur in Bezug auf Zusammensetzung und Reactionen, sondern auch hinsichtlich der physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die Analogie in der Zusammensetzung ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung:

Benzol (Phenylhydrür) C_6H_6	Naphtalin (Naphtylhydrür) $C_{10}H_8$
Nitrobenzol $C_6H_5(NO_2)$	Nitronaphtalin $C_{10}H_7(NO_2)$
Anilin C_6H_7N	Naphtylamin $C_{10}H_9N$
Rosanilin $C_{20}H_{19}N_3$	Base des Naphtalinroth $C_{30}H_{21}N_3$.

Die dem Anilin entsprechende Base, das Naphtylamin $C_{10}H_9N$ wird genau so wie das Anilin aus dem Benzol dargestellt, indem man das Naphtalin mit Salpetersäure in Nitronaphtalin überführt und dieses nach dem Béchamp'schen Verfahren (vergl. S. 408) zu Naphtylamin reducirt. Wie M. Balló (1870) gezeigt hat, kann man das Naphtylamin aus der mit Eisen und Essigsäure reducirten Masse sehr leicht mit Wasserdämpfen überdestilliren. Das Naphtylamin krystallisirt in weissen Nadeln, schmilzt bei 50° und siedet bei etwa 300°. Es schmeckt scharf und bitter und ist fast unlöslich in Wasser. Die wichtigeren der Naphtalinfarbstoffe, die jedoch bis heute eine grosse industrielle Bedeutung nicht erlangen konnten, sind folgende:

1) Das Martius- oder Ganahlgelb (Manchestergelb, Naphtalingelb, *Jaune d'or*), von R. Ganahl 1856 zuerst dargestellt und von Martius 1866 näher untersucht und in die chemische Industrie eingeführt, ist die Calcium- oder Natriumverbindung des Binitronaphtol (Binitronaphtylsäure $C_{10}H_6(NO_2)_2O$) oder $C_{10}H_4(NO_2)_2(OH)_2$, die man erhält, indem man zu einer Lösung von salzsaurem Naphtylamin Natriumnitrit setzt, bis alles Naphtylamin in Diazonaphtol übergegangen ist. Die Flüssigkeit, welche salzsaures Diazonaphtol enthält, wird mit Salpetersäure gemischt und bis zum Sieden erhitzt. Das Binitronaphtol scheidet sich dabei in kleinen gelben Nadeln aus. Es ist in Wasser unlöslich, löslich aber in Alkohol. Es ist ferner eine starke Säure. Im Handel findet sich das Binitronaphtol als Calcium- und Natriumsalz. Die Umwandlung des Naphtylamins in Binitronaphtol durch die Einwirkung salpetriger Säure lässt sich durch folgende Gleichungen ausdrücken:

$$\alpha)\ \underbrace{C_{10}H_9N}_{\text{Naphtylamin}} + HNO_2 = 2\,H_2O + \underbrace{C_{10}H_6N_2}_{\text{Diazonaphtol}};$$

$$\beta)\ \underbrace{C_{10}H_6N_2}_{\text{Diazonaphtol}} + 2\,HNO_3 = 2\,N + H_2O + \underbrace{C_{10}H_6(NO_2)_2O}_{\text{Binitronaphtol}}.$$

Wie M. Balló gezeigt, kann indessen das Binitronaphtol direct durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Naphtylamin sich bilden. Nach dem patentirten Verfahren von Wichelhaus und Darmstädter stellt man am besten das Binitronaphtol durch Eintragen von Naphtosulfosäure in Salpetersäure dar. Das Martiusgelb färbt Wolle und Seide in allen Tönen vom hellen Citronengelb bis tief Goldgelb ohne Mordant. Mit 1 Kil. der trocknen Calcium- oder Natriumverbindung kann man gegen 200 Kilogr. Wolle noch in schönem Gelb ausfärben. Eine Haupteigenschaft des Martiusgelb ist, dass es sich auch dämpfen lässt, während die Pikrinsäure mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigt. In England findet es häufig Anwendung zum Nüanciren von Magenta.

2) Das Magdalaroth (Naphtalinroth, Sedanroth)*), das Salz einer Base von der Formel $C_{30}H_{21}N_3$, von Schiendl in Wien 1867 entdeckt und von Durand, Ch. Scheurer-Kestner, A. W. Hofmann u. A. näher untersucht, entsteht aus dem Naphtylamin, indem von 3 Mol. desselben 3 Wasserstoffmoleküle sich abspalten:

$$\underbrace{3\,C_{10}H_9N}_{\text{Naphtylamin}} - 3\,H_2 = \underbrace{C_{30}H_{21}N_3}_{\text{Magdalaroth.}}$$

Im Grossen zerfällt die Darstellung des Magdalaroth in *zwei* Phasen. In der *ersten* geht das Naphtylamin durch die Einwirkung von salpetriger Säure in Azodinaphtyldiamin über

$$\alpha)\quad \underbrace{2\,C_{10}H_9N}_{\text{Naphtylamin}} + HNO_2 = 2\,H_2O + \underbrace{C_{20}H_{15}N_3}_{\text{Azodinaphtyldiamin.}}$$

In der *zweiten* Phase, in welcher man das Azodinaphtyldiamin mit Naphtylamin behandelt, bildet sich Magdalaroth:

$$\beta)\quad \underbrace{C_{20}H_{15}N_3}_{\text{Azodinaphtyldiamin}} + \underbrace{C_{10}H_9N}_{\text{Naphtylamin}} = \underbrace{C_{30}H_{21}N_3}_{\text{Magdalaroth.}} + NH_3$$

Das Magdalaroth indessen, wie es im Handel in Form eines schwarzbraunen, undeutlich krystallinischen Pulvers vorkommt, ist das Chlorid einer Base von obengenannter Zusammensetzung. An Färbekraft steht das Magdalaroth dem Fuchsin nicht nach, übertrifft es aber durch seine bemerkenswerthe Beständigkeit. Mit Jodmethyl und Jodäthyl liefert das Naphtalinroth violette und blaue Farbderivate. Ein anderes, von Clavel entdecktes Naphtylaminroth (Clavel's Roth) ist mit dem Magdalaroth nicht identisch, doch sind die darüber vorhandenen Angaben äusserst dürftig.

3) Das Naphtazarin (d. h. das Alizarin der Naphtalinreihe) oder Bioxynaphtochinon $C_{10}H_6O_4$ oder $C_{10}H_6O_2 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.$ wurde 1861 von Roussin beim Erhitzen von Binitronaphtalin mit Zink und concentrirter Schwefelsäure bis auf 200° gewonnen. Das Produkt der Einwirkung wird mit siedendem Wasser aufgenommen. Aus dem Filtrat scheidet sich der Farbstoff gallert-

*) Das Magdalaroth (fabricirt von A. Clavel in Basel) kostet noch immer 400 Mark per Zollpfund (1000 Frcs. per Kilogramm).

artig aus. Nach dem Auswaschen und Trocknen wird er sublimirt. Er bildet rothbraune Krystalle von grünem Metallglanze, die sich in Wasser schwer, leichter mit rother Farbe in Alkohol lösen. In Ammoniak löst er sich mit himmelblauer Farbe; durch Baryt und Kalkwasser werden seine Lösungen violett, durch Alaun carmoisinroth, von Bleiessig blau und Eisensalzen schwarz gefällt. Das Naphtazarin trägt in seinem Verhalten als Farbstoff eine gewisse Familienähnlichkeit mit dem Alizarin zur Schau, nur sind die Farbentöne verschieden. Nach den Untersuchungen von C. Liebermann ist das Naphtazarin Bioxynaphtochinon und steht zum Naphtalin in demselben Verhältniss, wie das Alizarin zum Anthracen:

$$\underbrace{C_{10}H_4 \left\{ \begin{matrix} (OH)_2 \\ O_2 \end{matrix} \right.}_{\text{Naphtazarin}} \qquad \underbrace{C_{14}H_6 \left\{ \begin{matrix} (OH)_2 \\ O_2 \end{matrix} \right.}_{\text{Alizarin.}}$$

4) und 5) Violette und blaue Naphtalinfarbstoffe lassen sich auf verschiedene Weise erzeugen, so durch Phenyliren, Naphtyliren, Methyl- und Aethyliren von Magdalaroth, ferner durch Behandeln von Naphtylamin mit Quecksilbernitrat (Wilder), durch Substitution von Wasserstoff in dem Anilin und Toluidin durch Naphtyl $C_{10}H_7$ (J. Wolff, der bereits 1867 auf diese Weise prächtiges Naphtylblau erhalten hat), aus Rosanilin und Monobromnaphtylin, so wie aus Rosanilin und Naphtylamin (M. Balló). Blumer-Zweifel einerseits und A. Kielmeyer andererseits haben endlich in neuester Zeit Naphtylaminviolett auf Baumwolle und leinenem Stoff durch Behandeln von Naphtylamin auf dem Stoffe selbst mit Kupferchlorid, Kaliumchlorat, kurz mit allen jenen Agentien erzeugt, durch die man Anilinschwarz (vergl. S. 415) hervorzurufen im Stande ist.

IV. Anthracenfarben. Das Anthracen (Paranaphtalin, Photen) $C_{14}H_{10}$, im Kohlentheer in der Menge von 0,75—1,0 Proc. sich findend, wurde im Jahre 1831 von J. Dumas entdeckt und im Jahre 1869 zuerst von C. Graebe und C. Liebermann zur Fabrikation von künstlichem Alizarin angewendet. Man kann es synthetisch darstellen durch Erhitzen von Benzol mit Aethylen ($2\,C_6H_6 + C_2H_4 = C_{14}H_{10} + 3\,H)_2$, von Benzol mit Styrol ($C_6H_6 + C_8H_8 = C_{14}H_{10} + 2\,H_2$), ferner durch Erhitzen von Benzylchlorid mit Wasser bis auf 180° ($2\,C_6H_5(CH_2Cl) = C_{14}H_{10} + 2\,HCl + 2\,H$). Das Anthracen kommt in den letzten Produkten der Destillation des Steinkohlentheers vor und findet sich vorzugsweise in den zuletzt übergehenden dickflüssigen Produkten, die unter dem Namen *Green Grease* früher in England als Schmiermittel vielfach Anwendung fanden. Das *Green Grease* besteht aus schweren Oelen, etwas Naphtalin und etwa 20 Proc. Anthracen; durch Centrifugiren und starkes Pressen erhält man Rohanthracen (mit 60 Proc. Reingehalt), welches man durch Behandeln mit Petroleumnaphta in der Wärme, Centrifugiren, Schmelzen und Sublimation

in reines Anthracen überführt. Das Anthracen wird indessen im Grossen nicht nur aus der *Green Grease*, sondern auch aus dem harten Theerpech durch bis zur Verkohlung getriebene Destillation desselben erzeugt.

Das Rohanthracen enthält eine Anzahl anderer, sehr hoch siedender Kohlenwasserstoffe (Fluoren, Chrysen, Pyren, Reten) und 3 oder 4 mit dem Anthracen isomerer Stoffe, welche zur Alizarinbildung untauglich sind und zur Bildung secundärer Produkte im Alizarin Veranlassung geben. Das Anthracen erscheint in kleinen, geruch- und geschmacklosen, weissen monoklinoëdrischen Blättchen, die bei 215° schmelzen und bei 360° unzersetzt überdestilliren, sich wenig in Alkohol und Benzol, leichter in Schwefelkohlenstoff und in reichlicher Menge in concentrirter Essigsäure lösen, mit Pikrinsäure eine in rubinrothen Krystallen auftretende Verbindung bilden, durch die Einwirkung oxydirender Mittel in Anthrachinon (Oxanthracen, Oxyphoten) $C_{14}H_8O_2$ übergehen, welches letztere auf Umwegen in Alizarin (Anthracenroth, Dihydroxylanthrachinon, Alizapurin) $C_{14}H_8O_4 = C_{14}H_6 \left\{ \begin{matrix} O_2 \\ (OH)_2 \end{matrix} \right.$ übergeführt wird. Obgleich, wie V. Wartha (1870) gezeigt, eine directe Oxydation des Anthrachinons zu Alizarin ausführbar, so scheint in der Praxis der indirecte Weg immer noch vorgezogen zu werden.

Nach der ursprünglichen Methode der Darstellung des Alizarins wurde das durch oxydirende Agentien wie Salpetersäure oder durch Einwirkung von Kaliumdichromat und Schwefelsäure aus dem Anthracen erhaltene Anthrachinon $C_{14}H_8O_2$ durch Bromiren in Bibrom-Anthrachinon $C_{14}H_6Br_2O_2$ übergeführt und letzteres durch Erhitzen mit Aetzkali als Aetznatron bei einer Temperatur von 180—200° C. in Alizarin-Kalium umgewandelt, aus welchem man dann mit Salzsäure das Alizarin fällte:

$$\alpha)\ \underbrace{C_{14}H_6Br_2O_2}_{\text{Bibrom-Anthrachinon}} + 4\,KOH = \underbrace{C_{14}H_6K_2O_4}_{\text{Alizarin-Kalium.}} + 2\,BrK + 2\,H_2O$$

$$\beta)\ \underbrace{C_{14}H_6K_2O_4}_{\text{Alizarin-Kalium}} + 2\,ClH = \underbrace{C_{14}H_8O_4}_{\text{Alizarin.}} + 2\,ClK$$

Nach einem *zweiten* (und gegenwärtig wol am meisten angewendeten) Verfahren stellt man das Alizarin aus dem Anthrachinon dar, indem man dasselbe durch Behandeln mit Schwefelsäure von 1,84 spec. Gew. bei einer Temperatur von 260° zunächst in Anthrachinonsulfosäure (Bisulfanthrachinonsäure) $C_{14}H_6O_2 \left\{ \begin{matrix} H\,SO_3 \\ H\,SO_3 \end{matrix} \right.$ überführt, diese Säure hierauf mit Calciumcarbonat neutralisirt, die Flüssigkeit vom Gyps abfiltrirt und dann mit Natriumcarbonat versetzt, bis aller Kalk ausgefällt ist. Die klare Flüssigkeit wird zur Trockne abgedampft und die erhaltene Salzmasse durch Erhitzen mit Aetznatron in Alizarinnatrium übergeführt, aus welchem das Alizarin durch Säuren gefällt wird.

$$\underbrace{C_{14}H_6O_2 \left\{ \begin{matrix} Na\,SO_3 \\ Na\,SO_3 \end{matrix} \right.}_{\text{Anthrachinonsulfosaures Natrium.}} + 2\,NaOH = \underbrace{C_{14}H_8O_4}_{\text{Alizarin}} + \underbrace{2\,Na_2SO_3}_{\text{Natriumsulfit.}}$$

Nach einem *dritten* Verfahren umgeht man die Bildung des Anthrachinons, und verwendet direct Anthracen, welches man durch dreistündiges Erhitzen mit 4 Th. concentrirter Schwefelsäure bis auf 150° C. in Bisulfanthracensäure $C_{14}H_8 \left\{ \begin{matrix} H\,SO_3 \\ H\,SO_3 \end{matrix} \right.$ überführt. Diese Sulfosäure wird mit Wasser verdünnt und mit gewissen Oxydationsmitteln (Braunstein, Bleisuperoxyd, Chromsäure, Salpetersäure) behandelt. Die saure Flüssigkeit wird durch Versetzen mit überschüssigem Calciumcarbonat von der freien Schwefelsäure befreit, bei Anwendung von Braunstein auch von dem Mangan. Durch Filtration und Auspressen scheidet man alles Unlösliche ab und erhält eine Lösung von anthrachinonbisulfosaurem Calcium, welche man durch Natriumcarbonat in die entsprechende Natriumverbindung überführt. Letztere wird durch Schmelzen mit Natriumhydroxyd in Alizarin verwandelt.

Das auf diese Weise aus der Lösung oder Schmelze durch Säuren niedergeschlagene Alizarin wird gereinigt entweder dadurch, dass man es in verdünnter Natronlauge löst und die klare Lösung durch einen kleinen Ueberschuss von verdünnter Schwefelsäure fällt, oder die Lösung von Alizarin-Natrium mit Chlorcalcium niederschlägt und den voluminösen Niederschlag von Alizarin-Calcium nach dem Auswaschen mit warmem Wasser durch Salzsäure zersetzt. Das so erhaltene Alizarin wird auf Tuchfilter gebracht und ausgewaschen, bis das ablaufende Wasser nicht mehr sauer reagirt. Die bräunlichgelbe Paste (mit 90 Proc. Wassergehalt) kommt in Zinkbüchsen verpackt in den Handel. Die Teigform ist ohne Widerrede die passendste für die Anwendungen des Alizarins.

Das künstliche Alizarin aus dem Anthracen enthält ausser dem Alizarin neben Derivaten derjenigen isomeren Kohlenwasserstoffe, welche das Anthracen in dem Rohanthracen begleiten, einen zweiten Farbstoff, das Anthrapurin $C_{14}H_8O_5$, welches als Anthrachinon angesehen werden kann, in welchem 3 At. H durch 3 Molek. OH ersetzt sind, mithin $C_{14}H_8O_5 = C_{14}H_5O_2\,(OH)_3$. Es unterstützt den Färbeprocess, namentlich für Türkischroth.

Die fabrikmässige Herstellung des künstlichen Alizarins, um welche sich ausser den Vorarbeitern Adolf Strecker (1866) und A. Kekulé (1868) und den Entdeckern Graebe und Liebermann (1868) noch J. Gessert in Elberfeld, Brönner und Gutzkow in Frankfurt a/M., Brüning in Höchst, Greiff in Cöln, Perkin in London, Emil Kopp in Zürich u. A. Verdienste erworben haben, bildet eines der schönsten Blätter in der Geschichte der chemischen Technologie und wird voraussichtlich in Bälde dem Krappbau und der Garancinfabrikation eine tödtende Concurrenz bereiten.

Zur Statistik der Fabrikation von künstlichem Alizarin folgende Notizen. Es existiren gegenwärtig (1874) 14 Alizarinfabriken, davon

im Deutschen Reiche	12
in England . . .	1
in Frankreich . .	1
	14

Die Produktion an Alizarinpaste (von 10 Proc. Gehalt) belief sich 1873 auf 22,000 Ctr., 1874 macht sie mindestens 25,000 Ctr. aus im Werthe von 14 Mill. Mark, davon kommen

18,000 Ctr. auf Deutschland,
6000 „ „ England,
1000 „ „ Frankreich.

1873 kamen an Anthracen (von 40 Proc. Gehalt) 15,000 Ctr. im Werth von über 3 Mill. Mark aus England, 600 Ctr. (von 70 Proc. Gehalt) im Werth von 300,000 Mark aus Holland.

V. Farben aus Cinchonin. An die aus Theerbestandtheilen erhaltenen Farben schliessen sich unmittelbar die aus gewissen Alkaloïden, namentlich aus dem bei der Chininfabrikation in grosser Menge abfallenden Cinchonin an. Das Cinchonin wird mit überschüssigem Natronhydrat destillirt, wobei etwa 65 Proc. rohes Chinolin (Chinolinöl) übergeht, welches ein Gemenge ist der drei homologen Basen Chinolin, Lepidin, Kryptidin oder Dispolin.

Das Lepidin macht den Hauptbestandtheil aus. Erhitzt man das Chinolinöl mit Jodamyl, so bildet sich eine Verbindung beider, das Amyllepidinjodür, aus welchem durch Behandeln mit Natronlauge ein prächtigblauer Farbstoff, das Kryptidin oder Cyanin oder Lepidinblau (Chinolinblau) $C_{30}H_{39}N_2J$ entsteht. Letzterer bildet Krystalle mit metallgrünem Glanz und goldgelbem Reflex, die sich schwer im Wasser, leicht in Alkohol lösen. Die Bildung des Cyanins lässt sich durch folgende Gleichungen ausdrücken:

$$\alpha)\quad \underbrace{C_{10}H_9N}_{\text{Lepidin}} + \underbrace{C_5H_{11}J}_{\text{Jodamyl}} = \underbrace{C_{15}H_{20}NJ}_{\text{Amyllepidinjodür}};$$

$$\beta)\quad 2\,C_{15}H_{20}NJ + NaOH = C_{30}H_{39}N_2J + NaJ + H_2O.$$

VI. Farben aus Resorcin. Das von Hlasiwetz und Barth entdeckte Resorcin (Parabioxybenzol) $C_6H_6O_2$ bildet sich bei der Einwirkung von schmelzendem Alkali auf verschiedene Harze (Galbanum, Ammoniakgummi), so wie auf einige Farbholzextracte (Sapanholzextract). Es entsteht ferner durch dieselbe Reaction aus Benzoldisulfosäure, aus Phenolparasulfosäure und (nach Körner) aus Parajodphenol. Es krystallisirt in triklinischen Säulen, schmilzt bei 99° und siedet bei 271°, ist löslich in Wasser und besitzt einen süsslichen Geschmack. Durch die Einwirkung von salpetriger Säure bilden sich nach Weselsky prachtvoll gefärbte Derivate, die, sobald es gelungen sein wird, aus Phenol auf wohlfeile Weise Resorcin darzustellen, neben den Anilinfarben in der Technik Anwendung finden werden. Von den bisher dargestellten rothen, violetten und blauen Farbstoffen sind zu erwähnen

Diazoresorcin	$C_{18}H_{12}N_2O_6$
Diazoresorufin	$C_{36}H_{18}N_4O_9$
Tetrazoresorcin	$C_{18}H_6N_7O_{15}$
Tetrazoresorufin	$C_{36}H_6N_8O_9$
Fluoresceïn (Resorcin-Phtaleïn)	$C_{20}H_{12}O_5$.

VII. Farben aus Harnsäure. Unter den zahlreichen Umsetzungsprodukten der Harnsäure findet sich auch die Purpursäure $C_8H_5N_5O_6$, deren Ammonsalz unter dem Namen Murexid $C_8H_5N_5O_6$, NH_3 bekannt ist. Man erhält es durch vorsichtige Einwirkung von Salpetersäure auf Harnsäure, Eindampfen der Flüssigkeit und Zusatz von Ammoniak zu dem Rückstande. Es krystallisirt in metallgrünen Blättchen, die sich in

Wasser mit intensiver Purpurfarbe lösen. Das im Grossen dargestellte Produkt besteht aus Murexid, salpetersaurem Ammoniak und braunen Körpern und führt den Namen *Murexid en pâte* oder Purpurcarmin. Es ist ein höchst ausgiebiger Farbstoff (1 Th. Murexid und 1000 Th. Wasser genügt für die dunkelsten Farben). Zum Mordanciren beim Färben und Drucken von Baumwolle, Wolle und Seide verwendet man fast durchweg Quecksilber-, Blei- und Zinksalze. Die mit Murexid erzeugten Farben sind lebhaft, glänzend und ziemlich lichtbeständig, äusserst empfindlich aber gegen den Einfluss der schwefligen Säure. In Folge der Einführung der Theerfarben ist die Murexidfärberei gegenwärtig ausser Gebrauch gekommen.

B. Die pflanzlichen und thierischen Farbstoffe.

Rothe Farbstoffe.

Der Krapp ist die Wurzel der Färberröthe (*Rubia tinctorum* in Süd-, Mittel- und Westeuropa, *R. peregrina* im Orient, *R. mungista* (Mungeet) in Ostindien und in Japan), einer im südlichen Europa und in Asien wachsenden ausdauernden Pflanze. Die Wurzel ist mehrere Zoll lang, wenig ästig und etwas stärker als ein Federkiel. Sie ist mit einer braunen Decke überzogen, innerlich aber von gelbrother Farbe. Sie kommt theils von der Rinde und den Wurzelfasern befreit, theils gemahlen in den Handel. Im gemahlenen Zustande erscheint sie als ein grobes, rothgelbes, stark und eigenthümlich riechendes Pulver, das sorgfältig gegen Luft- und Lichteinwirkung geschützt, aufbewahrt werden muss.

Die beste Sorte des Krapps ist die aus der Levante (Smyrna, Cypern), die unter dem Namen Lizari oder Alizari ungemahlen in den Handel kommt. Der holländische Krapp ist geschält oder beraubt, wenn man mittelst der Mühlbeutel die Schale der Rinde und zuweilen selbst den inneren Theil entfernt hat. Ungeschält und unberaubt wird er genannt, wenn er gemahlen worden ist, ohne die Schale der Rinde zu entfernen. Am häufigsten findet sich Krapp aus dem Elsass (Strassburg, Hagenau, Geisselbrunn) und der Provence (Avignon). Unter dem Mullkrapp versteht man die schlechteste Sorte Krapp aus Staub und Abfall bestehend. Ausser den Farbstoffen enthält die Krappwurzel auch noch Zucker (Rohrzucker) in namhafter Menge. Während man ehedem in dem Krapp nicht weniger als fünf Farbstoffe annahm, scheint aus neueren Untersuchungen hervorzugehen, dass diese Wurzel im frischen Zustande nur zwei Farbstoffe, die Ruberythrinsäure (früher Xanthin genannt) und das Purpurin enthält. Erstere Säure zerfällt unter dem Einflusse einer eigenthümlichen, in dem Krapp enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz in den eigentlichen Farbstoff des Krapps, in Alizarin und in Zucker.

$$\underbrace{C_{26}H_{28}O_{14}}_{\text{Ruberythrinsäure}} + 2\,H_2O = \underbrace{C_{14}H_8O_4}_{\text{Alizarin}} + \underbrace{2\,C_6H_{12}O_6}_{\text{Zucker.}}$$

Nach den Untersuchungen von Graebe und Liebermann ist das Alizarin ein Derivat des Anthracens $C_{14}H_{10}$ oder des Anthrachinons $C_{14}H_8O_2$ und hat die Formel $C_{14}H_8O_4$ oder $C_{14}H_6 \left\{ \begin{matrix} O_2 \\ (OH)_2 \end{matrix} \right.$ (Dihydroxylanthrachinon). Den genannten Chemikern ist es (vergl. Seite 423) gelungen, Anthracen künstlich in Alizarin überzuführen. Das Alizarin krystallisirt aus Alkohol in dunkelgoldgelben Nadeln mit 3 Molek. Wasser, das bei 100⁰ entweicht. Bei stärkerem Erhitzen sublimirt es in orangerothen Nadeln. Es löst sich in Wasser schwer, leicht in Alkohol und Aether. In den Alkalien löst es sich mit dunkelvioletter Farbe. Calcium- und Bariumsalze bilden in dieser Lösung blaue Niederschläge. Von Thonerdesalzen und von Zinnsalz wird sie roth gefällt (Krapplacke) und von Eisenoxydsalzen violettschwarz. Auf der Eigenschaft des Alizarins, unlösliche gefärbte Metallverbindungen zu erzeugen, beruht die Anwendung des Krapps in der Färberei und dem Zeugdruck. Ausser dem Alizarin findet sich in dem Krapp noch ein rother Körper, das Purpurin oder Rubiacin (welches die Formel $C_{14}H_8O_5$ oder $C_{14}H_5 \left\{ \begin{matrix} O_2 \\ (OH)_3 \end{matrix} \right.$ = Trihydroxylanthrachinon hat), das für sich ohne Färbevermögen, aber in Verbindung mit Alizarin den Färbeprocess unterstützt. In dem ostindischen Krapp (*R. mungista*) findet sich neben dem Purpurin das Munjistin $C_{16}H_{12}O_6$, dass sich im Färbeprocess dem Alizarin ähnlich verhält.

Krapplack ist, wie bemerkt, eine Verbindung von Alizarin und Purpurin mit Thonerde oder mit basischen Thonerdesalzen; um ihn darzustellen, zieht man ausgewaschenen Krapp mit einer Alaunlösung aus und schlägt die Flüssigkeit durch kohlensaures Natron nieder, worauf der Niederschlag ausgewaschen und getrocknet wird. Gegenwärtig stellt man die Krapplacke meist aus künstlichem Alizarin dar. Die Krappblumen (*fleur de garance*) erhält man durch Auswaschen und Gährenlassen des gemahlenen Krapps; sie werden ebenso wie der Krapp angewendet, vor welchem sie den Vortheil besitzen, dass sie durch Erniedrigung der Temperatur des Färbebades nicht an Färbevermögen einbüssen. Das Waschen des Krapps scheint demnach die Entfernung derjenigen Substanz zu bewirken, welche unter den letzteren Umständen unlöslich wird. Indem man die Krappblumen mit siedendem Holzgeist extrahirt, den Auszug filtrirt und ihm destillirtes Wasser zusetzt, erhält man einen reichlichen gelben Niederschlag, der mit Wasser ausgewaschen und getrocknet wird. Er führt den Namen Azale (von *azala*, einer arabischen Bezeichnung des Krapps) und ist von Frankreich aus zum Färben vorgeschlagen worden. Wahrscheinlich ist dieser Körper nichts anderes als rohes Alizarin. Letzterer Körper, durch Extraction von Krapp oder Garancin erhalten, kommt seit einigen Jahren unter dem Namen Pincoffin in den Handel. Das Garancin (sogenannte Krappkohle) ist ein Präparat aus Krapp, welches die bei der Färberei wirkenden Bestandtheile in einer concentrirteren und leichter ausziehbaren Gestalt enthält. Um es darzustellen, übergiesst man fein gemahlenen, mit Wasser befeuchteten Krapp mit $^1/_2$ Th. concentrirter Schwefelsäure und 1 Th. Wasser, erhitzt das Gemisch ungefähr eine Stunde lang bis auf 100⁰, befreit darauf die Masse durch Auswaschen von aller Säure, presst und trocknet sie. Durch die Schwefelsäure werden die der Färberei hinderlichen Substanzen des Krapps zerstört und durch das darauf folgende Auswaschen entfernt, während die Farbstoffe mit zum Theil verkohlten organischen Substanzen zurückbleiben. Im Durch-

schnitt kann man annehmen, dass 3—4 Th. Krapp durch 1 Th. Garancin ersetzt werden können. Da der Krapp beim Ausfärben seine Farbstoffe nicht vollkommen verliert, so trennt man die Rückstände durch Filtriren von der Flüssigkeit, und behandelt dieselben mit $^1/_3$ ihres Gewichtes englischer Schwefelsäure. Die Masse wird dann ebenso wie die Garancine ausgewaschen und getrocknet. Sie heisst Garanceux und steht selbstverständlich der Garancine an Färbevermögen nach.

Mit dem Namen Roth- oder Brasilienholz bezeichnet man mehrere in der Rothfärberei angewendete Hölzer der Gattung *Caesalpinia*. Die beste Sorte ist das Fernambukholz von *Caesalpinia brasiliensis s. crista*, das auswendig gelbbraun, inwendig hellroth, schwer und ziemlich hart ist. Es führt den Namen von der Stadt Fernambuco in Brasilien, in deren Nähe es häufig wächst. Es kommt ganz und gemahlen in den Handel. Eine schlechtere Sorte ist das Sapanholz (*C. Sapan*), welches in Japan wächst; noch weniger Werth hat das Lima- oder Nicaraguaholz oder *Bois de Ste. Marthe* (*C. echinata*) und das Brasiletholz (*C. vesicaria*).

In allen diesen Hölzern findet sich der Farbstoff Brasilin (nach E. Kopp von der Formel $C_{22}H_{18}O_7$), ein in farblosen, kleinen Nadeln krystallisirender Körper, dessen wässerige Lösung an der Luft, besonders schnell beim Sieden und bei Gegenwart von Alkalien ins Carmoisinrothe übergeht. In der Färberei wird vermittelst des Rothholzes eine schön rothe, aber keineswegs dauerhafte Farbe erzeugt*). Ausserdem gebraucht man es zur Darstellung des Kugellackes, obgleich es in dieser Hinsicht häufig durch die rothen und violetten Theerfarbstoffe ersetzt wird. Das Extract des Rothholzes giebt mit schmelzendem Alkali behandelt Resorcin $C_6H_6O_2$.

Das Santelholz (Kaliaturholz) kommt als gelbes und rothes im Handel vor. Das rothe stammt von *Pterocarpus Santalinus*, einem auf Ceylon und in Ostindien wachsenden Baume. Man führt es in gespaltenen Scheiten von gradfaserigem Gefüge und dunkelrother, innen hellerer Farbe ein. Der in dem Santelholz enthaltene Farbstoff ist harzartiger Natur und führt den Namen Santalin. Nach H. Weidl findet sich im Santelholz ein farbloser Körper, das Santal $C_8H_6O_3$, welches durch Oxydation in Santalin überzugehen scheint. Man benutzt das Santelholz zu gefärbten Lacken, zur Möbelpolitur, zur Erzeugung von Braun in der Wollenfärberei, zum Roth-

*) Man benutzt das Rothholz zur Herstellung der rothen Tinte. Man nimmt dazu 250 Grm. Rothholz, 30 Grm. Alaun, 30 Grm. Cremor tartari mit 2 Liter Wasser, kocht die Flüssigkeit bis auf 1 Liter ein und setzt darauf zu der durchgegossenen Flüssigkeit 30 Grm. arabisches Gummi und 30 Grm. weissen Candiszucker. Eine noch schönere und haltbarere Tinte erhält man, indem man 2 Decigramme Carmin in 15 Grm. Aetzammoniakflüssigkeit löst und dazu eine Lösung von 1 Grm. arabischen Gummi in 50 Grm. Wasser setzt. Gegenwärtig stellt man häufig rothe Tinte aus mit arabischem Gummi und etwas Alaun versetzte Fuchsinlösungen oder durch Lösen von Aurin (eine Varietät von Rosolsäure) in Natriumcarbonatlösung dar.

färben des Leders, zu Zahnpulver u. s. w. Der gleiche Farbstoff findet sich in dem sogenannten Barwood- oder Camholz, das von *Baphia nitida,* einem in Afrika wachsenden Baume stammt. Dieses Holz soll 23 Proc. Santalin enthalten, während das Santelholz nur 16 Proc. enthält.

Der Safflor besteht aus den getrockneten Blumenblättern der Safflorpflanze, Färberdistel (*Carthamus tinctorius*). Er enthält einen rothen, in Wasser unlöslichen (Carthamin) und einen gelben, in Wasser löslichen Farbstoff. Je reiner der Safflor von Samen, Spreu u. s. w., je dunkler feuerroth die Farbe, desto besser ist er. Das Carthamin ($C_{14}H_{16}O_7$) oder *Rouge végétale* wird auf folgende Weise dargestellt: Man zieht den Safflor mit einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron aus, taucht in die Lösung Streifen von Baumwolle und neutralisirt das Alkali mittelst Essigs oder verdünnter Schwefelsäure. Die roth gefärbten Streifen werden darauf ausgewaschen, mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ausgezogen und diese mit einer Säure gefällt. Der so erhaltene Niederschlag wird ausgewaschen und auf Tellern getrocknet (Teller- oder Tassenroth). Das Carthamin erscheint in dünnen Rinden, die im auffallenden Lichte goldgrün, im durchgehenden roth aussehen. Das durch wiederholtes Auflösen und Niederschlagen gereinigte Carthamin führt den Namen Safflorcarmin. Das Carthamin wird mit gepulvertem Kalk gemengt, als rothe Schminke angewandt. Der Safflor wurde früher in der Seidenfärberei benutzt. Die erzeugte rothe Farbe ist aber sehr vergänglich.

Die Cochenille oder Nopal-Schildlaus besteht aus den getrockneten Weibchen einer Art Schildlaus (*Coccus cacti*), die auf mehreren Cacteenarten, namentlich auf dem Cochenille-Cactus (der Nopalpflanze), wie auch auf *Cactus opuntia* vorkommt, theils auch in besonderen Pflanzungen in Mexico, Centralamerika, Algier, auf dem Kap der guten Hoffnung etc. gezüchtet wird. Die männlichen Thiere sind geflügelt, die weiblichen ungeflügelt. Nach der Begattung werden die weiblichen Thiere eingesammelt, was im Jahre zweimal geschieht, durch heisse Wasserdämpfe oder durch die Hitze eines Backofens getödtet und getrocknet. Man unterscheidet im Handel zwei Sorten, die feine Cochenille oder Mestica, die vorzüglich in Mestek, einer Provinz von Honduras an den cultivirten Nopalpflanzen gesammelt wird, und die Wald- oder wilde Cochenille, die man vom wildwachsenden Cactus sammelt; letztere Sorte ist geringer und findet minder häufige Anwendung.

Die Cochenille erscheint in kleinen dunkelbraunrothen, zusammengeschrumpften Körnern, an deren Unterseite der Bau der Thiere noch einigermaassen erkannt werden kann. Zuweilen ist sie mit einem weisslichen Staube bedeckt, oft aber ist sie auch glänzend und schwarz. In der Cochenille findet sich eine eigenthümliche Säure, die Carminsäure, die durch verdünnte Schwefelsäure und andere Agentien in Carminroth (Carmin), welches neben der Carminsäure schon fertig gebildet in der Cochenille sich findet, und Dextrose sich spaltet:

$$\underbrace{C_{17}H_{18}O_{10}}_{\text{Carminsäure.}} + 3\,H_2O = \underbrace{C_{11}H_{12}O_7}_{\text{Carminroth.}} + \underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Dextrose.}}$$

Den Carmin (im technischen Sinne) stellt man dar, indem man Cochenille mit siedendem Wasser auszieht, die klar abgegossene Lösung mit Alaun versetzt und stehen lässt. Der sich absetzende Niederschlag wird ausgewaschen und getrocknet. Oder indem man die gepulverte Cochenille mit kohlensaurer Natronlösung auszieht, die Flüssigkeit mit Eiweiss versetzt und sodann durch verdünnte Säuren fällt. Der ausgewaschene Niederschlag wird bei 30° getrocknet. Er bildet eine vorzügliche Sorte Carmin; die schlechteren Sorten, unter die auch der Carminlack und die besseren Kugellacke gehören, bereitet man durch Fällen eines alaunhaltigen Cochenilleauszugs mit Natriumbicarbonat, die um so geringer sind, je mehr sie Thonerde erhalten.

Unter Lac-Dye oder Färbelack versteht man einen aus dem Stock- oder Körnerlack gezogenen rothen Farbstoff, mit welchem man fast eben so schön und dauerhaft als mit der Cochenille färben kann. Die in Ostindien vorkommende Lackschildlaus (*Coccus laccae*) sticht in die Zweige gewisser Feigenbäume, die dadurch einen milchigen Saft von sich geben, der die Thiere umgiebt und erhärtet. Das Harz ist von dem in den Thieren enthaltenen rothen Farbstoff gefärbt. Man zieht den Lac-Dye aus dem Stocklack durch kohlensaures Natron aus und fällt darauf mit Alaun. Dieser Farbstoff ist von dem der Cochenille nicht sehr verschieden. Ebenso kommt mit demselben der von dem Kermes (*Coccus ilicis*), von *Coccus polonicus* (Johannisblut) und von *Coccus fabae* überein. Letztere enthalten viel Fett, das durch Auspressen zum Theil entfernt werden kann.

Unter Orseille (Archil), Persio und Cudbear versteht man teigartige Massen, welche als rothe Farbstoffe in den Handel kommen. Man erhält die Orseille, indem man mehrere Flechten (*Roccella tinctoria*, *R. Montagnei*, *Usnea barbata*, *U. florida*, *Lecanora parella*, *Unceolaria scruposa*, *Ramalina calicaris*, *Gyrophora pustulata* u. s. w.) in ein feines Pulver verwandelt und das Pulver mit Harn angerührt der Fäulniss überlässt. Das durch die Fäulniss des Harnes entstandene kohlensaure Ammoniak wirkt auf die in diesen Flechten enthaltenen Flechtensäuren: Lecanorsäure, Alpha- und Betaorsellsäure, Erythrinsäure, Gyrophorsäure, Evernsäure, Usninsäure etc. ein, und verwandelt diese stickstofffreie Substanzen unter Aufnahme oder Austreten von Wasser und meist unter Abscheidung von Kohlensäure in Orcin $C_7H_8O_2$ oder $C_6H_3\left\{\begin{matrix}CH_3\\(OH)_2\end{matrix}\right.$, welches durch Aufnahme von Stickstoff und Sauerstoff in das Orcein $C_7H_7NO_3$ übergeht, welches letztere als der wesentliche Farbstoff der Orseille zu betrachten ist. Letztere erscheint als röthlicher Teig von eigenthümlich veilchenartigem Geruche und alkalischem Geschmacke. Die Bereitung derselben geschah vor dem Bekannt-

werden der Anilinfarben hauptsächlich in England und Frankreich aus Flechten, die auf den canarischen Inseln, zum Theil auch auf den Pyrenäen gesammelt werden.

Der Persio, Cudbear oder rothe Indig ist ziemlich dasselbe Produkt als die Orseille. Er wurde früher in Schottland aus den dortigen Flechten dargestellt, später aber in grosser Menge in Deutschland (Stuttgart), Frankreich und England fabricirt. Er erscheint als röthlich violettes Pulver. Vor etwa zwölf Jahren kamen zwei Orseillepräparate in den Handel, welche die Orseillefarbstoffe im Zustande grosser Reinheit enthielten, nämlich der Orseillecarmin und Orseillepurpur (*pourpre française*). Seit dem Emporblühen der Theerfarbenindustrie haben die rothen und violetten Flechtenfarbstoffe wenig Bedeutung mehr.

Blaue Farbstoffe.

Unter den blauen Farbstoffen steht der Indig oben an, der zwar schon den Römern und Griechen bekannt war und von denselben zum Malen benutzt wurde, aber erst seit der Mitte des 16. Jahrhunderts in Europa zum Färben Anwendung fand. Der Indig ist ein im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Stoff. In der bedeutendsten Menge findet er sich in den Blättern verschiedener Arten der Anilpflanze (*Indigofera*) aus der Familie der Papilionaceen. Ausserdem ist er enthalten im Waid (*Isatis tinctoria*), im *Nerium tinctorium*, in der *Marsdenia tinctoria*, im *Polygonum tinctorium*, im *Asclepias tingens* u. s. w. Der Farbstoff des Indigs ist als solcher nicht in der Pflanze enthalten, sondern bildet sich erst, wenn der frisch ausgepresste Saft der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Aus vielen Untersuchungen geht hervor, dass in der frischen Pflanze der farblose Farbstoff mit einer Base mit Kalk oder einem Alkali verbunden enthalten ist. Nach W. Schunck findet sich in der Indigpflanze das Indican, welches sich durch Gährung, so wie durch die Einwirkung starker Säuren in Indigblau und in eine eigenthümliche Zuckerart, das Indiglucin spaltet:

$$\underbrace{C_{52}H_{62}N_2O_{34}}_{\text{Indican.}} + 4\,H_2O = \underbrace{C_{16}H_{10}N_2O_2}_{\text{Indigblau.}} + \underbrace{6\,C_6H_{10}O_6}_{\text{Indiglucin.}}$$

Der Indig des Handels wird in Ost- und Westindien, in Süd- und Mittelamerika, in Aegypten u. s. w. aus der Anilpflanze dargestellt. In Ostindien erhält man auch Indigo aus *Nerum tinctorium*. Zur Gewinnung des Indigs aus den Anilpflanzen benutzt man hauptsächlich folgende fünf Arten: *Indigofera tinctoria, I. anil, I. disperma, I. pseudo-tinctoria* und *I. argentea*. Die Anilpflanze verlangt ein warmes Klima und einen Boden, dessen Lage vor Ueberschwemmungen geschützt ist. Nach gehöriger Entwickelung der

Pflanzen werden dieselben mit einer Sichel dicht am Boden abgeschnitten und darauf in die Indigfabrik gebracht, in der man den Indig auf folgende Weise darstellt: Gewöhnlich sind an dem Orte der Fabrikation zwei grosse Cisternen über einander gemauert angebracht. Die Pflanzen werden zuerst in die obere, in die Gährungsküpe gebracht und darin mit kaltem Wasser übergossen, so dass das Wasser einige Zoll hoch über den Pflanzen steht. Die Flüssigkeit nimmt erst eine grüne und dann eine blaue Farbe an. Bei einer Temperatur von 30° ist die Gährung nach 12—15 Stunden beendigt. Darauf lässt man durch einen unten angebrachten Hahn die Flüssigkeit in die zweite Cisterne, die Schlagküpe ablaufen, reinigt die erstere von den ausgezogenen Pflanzen, die man trocknet und als Brennmaterial benutzt, und legt sofort wieder frische Pflanzen ein, welche auf gleiche Weise behandelt werden. Diese Operation wird ohne Unterbrechung bis zur Beendigung der Ernte fortgesetzt. Die in der Schlagküpe befindliche Flüssigkeit ist klar, von grünlich gelber Farbe, und erhält den Farbstoff aufgelöst. Um ihn daraus abzusondern, wird die Flüssigkeit mit Stöcken oder Schaufeln umgerührt. Der Zweck dieses Schlagens ist, die Indiglösung in vielfache Berührung mit der atmosphärischen Luft zu bringen, wodurch sich der Indig blau färbt, und ferner, das Abscheiden des gebildeten Indigs zu befördern. So wie der Arbeiter wahrnimmt, dass die blauen Farbetheilchen sich vereinigen und sich von der Flüssigkeit trennen, so wird das Umrühren eingestellt, um dem Farbestoffe Zeit zu geben, sich am Boden der Cisterne abzusetzen. Das Niedersinken der Farbetheilchen aus der Flüssigkeit befördert man zuweilen durch Kalilauge oder Kalkwasser. Die Menge des ausgeschiedenen Indigs beträgt von 1000 Th. Flüssigkeit 0,5—0,75 Th. Wenn sich aller Indig abgesetzt hat, zapft man die darüber stehende Flüssigkeit ab und bringt den breiartigen Niederschlag in den sogenannten Sammelkasten, in welchem er von dem überschüssigen Wasser getrennt wird. Darauf wird der Brei in Pressbeutel gebracht, um alles Wasser abtropfen zu lassen, und daraus in hölzerne Kasten geschüttet und getrocknet.

Der im Handel vorkommende Indig ist von tiefblauer Farbe, mattem erdigen Bruche und giebt beim Reiben mit einem harten Körper einen glänzend purpurrothen Strich. Er enthält ausser mineralischen Bestandtheilen eine leimartige Substanz (Indigleim), einen braunen Körper (Indigbraun), einen rothen Farbstoff (Indigroth) und den eigentlichen Farbstoff, das Indigblau $C_{16}H_{10}N_2O_2$. Nur der Gehalt an letzterem bedingt seinen Werth als Farbematerial. Er beträgt von 20 bis 75—80 Proc., im Mittel etwa 40—50 Proc. Zwischem dem spec. Gewicht und dem Farbstoffgehalt des Indigs finden folgende Beziehungen (nach Gg. Leuchs 1871) statt:

Spec. Gew.	Gehalt an Farbstoff.
1,324	56—56 Proc.
1,350	53,0 „
1,371	49,0 „
1,364	46,5 „
1,412	40,0 „
1,455	30,5 „

Nach dem Verfahren von Dumas (1869) kann man den Indig durch Digestion mit Anilin reinigen, wodurch das Indigroth und das Indigbraun aufgelöst und entfernt werden. In neuester Zeit haben A. Emmerling und C. Engler das Indigblau synthetisch dargestellt. Durch

trockne Destillation gleicher Moleküle von benzoë- und essigsaurem Calcium erhält man Acetophenon (Methylaceton der Benzoësäure C_8H_8O oder $\left.\begin{matrix} CH_3 \\ C_6H_5 \end{matrix}\right\} CO$, welches man durch Nitriren in Nitro-Acetophenon $C_8H_7NO_3$ oder $\left.\begin{matrix} CH_3 \\ C_6H_4NO_2 \end{matrix}\right\} CO$ überführt. Erhitzt man letztere Verbindung mit einem Gemisch von Zinkstaub und Natronkali, so sublimirt Indigblau

$$\underbrace{2\,(C_8H_7NO_3)}_{\text{Nitro-Acetophenon}} = \underbrace{C_{16}H_{10}N_2O_2}_{\text{Indigblau.}} + 2\,H_2O + 2\,O$$

Die Güte und Aechtheit des Indigs erkennt man an seiner tiefblauen Farbe, Leichtigkeit und seiner Reinheit im Bruche. Auf dem Wasser muss er schwimmen und sich in demselben völlig zertheilen lassen, ohne einen erdigen und sandigen Bodensatz zu geben. Beim Verbrennen darf er nur eine verhältnissmässig geringe Menge weisser Asche hinterlassen. Beim raschen Erhitzen muss er einen purpurfarbenen Dampf entwickeln und sich in rauchender Schwefelsäure vollständig zu einer dunkelblauen Flüssigkeit auflösen. Denjenigen Indig, der beim Reiben mit einem harten Körper einen röthlichen kupferfarbenen Schein annimmt, nennt man gefeuerten Indig (*Indigo cuivré*). Um den Indig genau zu prüfen, untersucht man zuerst seinen Wassergehalt, indem man eine gewogene Menge desselben bei 100° trocknet; er darf dabei nicht mehr als 3—7 Proc. verlieren. Um die Menge der darin enthaltenen mineralischen Bestandtheile zu erfahren, verbrennt man ferner eine gewogene Portion und wägt den Rückstand, der bei guten Sorten 7—9,5 Proc. beträgt.

Ein genaues Resultat über den Gehalt einer Indigsorte an Indigblau kann man aber nur durch eine auf chemischen Wege ausgeführte Indigprobe erlangen. Das Indigblau kann aus dem Indig durch Sublimation, oder wie aus Vorstehendem hervorgeht, durch Behandeln des Indigs mit Kalk, schwefelsaurem Eisenoxydul und Wasser dargestellt werden. Wenn man Indigblau bei Gegenwart eines freien Alkalis mit Substanzen zusammenbringt, die leicht Sauerstoff aufnehmen, wie mit schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefligsauren Salzen u. s. w., so bildet sich meist unter Wasserzersetzung Indigweiss oder reducirter Indig $C_{16}H_{12}N_2O_2$. Auf dieser Reduction des Indigs beruht zum Theil seine Anwendung in der Färberei. Durch die Einwirkung oxydirender Agentien wie Uebermangansäure, Chlor, Chromsäure, ein Gemenge von rothem Blutlaugensalz mit Kalk, Kupferoxyd etc. etc. geht das Indigblau in lösliches Isatin $C_{16}H_{10}N_2O_4$ über. — Das Indigblau löst sich in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die Indigschwefelsäure (Indigodisulfosäure) $C_{16}H_8N_2O_2\,(HSO_3)_2$. Durch Fällen derselben mit kohlensaurem Kali erhält man den Indigcarmin oder blauen Carmin (indigodisulfosaures Kalium $C_{16}H_8N_2O_2\,(KSO_3)_2$) als tiefblauen Niederschlag, der sich in 140 Th. kaltem Wasser löst. Man benutzt den Indigcarmin in der Wasser-, seltener in der Oelmalerei; in Vermischung mit Stärke und mit Hülfe eines Bindemittels in Täfelchen geformt, bildet er das Wasch- oder Neublau, das zuweilen neben dem Ultramarin zum Bläuen der Wäsche etc. angewendet wird. Die Produktion von Indig beläuft sich auf 4,450,000 Kilogr., davon

Bengal, Audh, Manilla, Madras . .	3,500,000 Kil.
Java	300,000 „
Central-Amerika und Columbia . .	550,000 „
die übrigen Länder	100,000 „
	4,450,000 Kil.

Das unter dem Namen Campecheholz oder Blauholz angewendete Farbeholz besteht aus dem von Rinde und Splint befreiten Kern des Stammes von dem Blauholzbaum (*Haematoxylon campechianum*), der in Centralamerika einheimisch ist und auf den Antillen angepflanzt wird.

Das färbende Princip des Blauholzes ist das Haematoxylin $C_{16}H_{14}O_6$, ein in blassgelben, durchsichtigen, glänzenden Nadeln krystallisirender Körper, der an sich kein Farbstoff, sondern eine Farbstoff erzeugende Substanz ist, welche gefärbt erscheint, wenn man sie mit starken Alkalien, namentlich Ammoniak und Sauerstoff in Berührung bringt. Die Lösung des Haematoxylins in Wasser ist farblos, geht aber durch die geringste Menge Ammoniak ins Purpurrothe über. Der gefärbte Körper, der aus dem Haematoxylin entsteht, heisst Haemateïn $C_{16}H_{12}O_6$. Beim Schmelzen mit Aetzkali bildet das Haematoxylin Pyrogallussäure. Man benutzt das Blauholz zum Blau- und Schwarzfärben. Häufig stellt man jetzt Blauholzextract dar; bei der Fabrikation desselben ist zu berücksichtigen, dass das Haematoxylin sich unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft oxydirt und verändert; es muss deshalb Zutritt der Luft vermieden und das Abdampfen in Vacuumpfannen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen werden.

Der Lakmus (Tournesol) findet nicht in der Färberei, wohl aber zum Bläuen des Kalkes, als Reagens, zum Rothfärben des rothen Champagners u. s. w. häufig Anwendung. Man erhält ihn auf dieselbe Weise und aus denselben Flechten wie die Orseille und den Persio, nur wendet man neben den ammoniakalischen Flüssigkeiten auch Potasche an. Der Unterschied bei der Bereitung besteht nur darin, dass hier die Gährung und Oxydation weiter vorgeschritten und der rothe Farbstoff (Orcin) in einen blauen, Azolitmin, umgewandelt worden ist.

Orcin	$C_7H_8O_2$	geben	Azolitmin $C_7H_7NO_4$
Ammoniak	NH_3		und
Sauerstoff	4 O		Wasser $2\ H_2O$

Die gegohrene Masse wird mit Gyps und Kreide gemengt, und in Würfel geformt in den Handel gebracht. Einen andern auch Tournesol genannten Farbstoff enthalten die im südlichen Frankreich fabricirten Bezetten oder Tournesolläppchen, mit dem Safte des Krebskrautes (*Croton tinctorium*) gefärbte Läppchen, die durch Ammoniak purpurroth oder dunkelgrün gefärbt sind.

Man verwendet diese Farbe in Holland zum Färben der Käse, von Backwerk, Eingemachtem und Liqueuren, als Schminke und zum Färben des blauen Zuckerpapiers.

Gelbe Farbstoffe.

Das Gelbholz (gelbes Brasilienholz, Cubaholz, alter Fustik) ist das Holz des Färbermaulbeerbaumes (*Morus tinctoria, Maclura aurantiaca*) und wird als Kern des Stammes vorzüglich von Cuba, Domingo und Haiti in Europa eingeführt. Es ist von gelber, stellenweise von gelbrother Farbe. Die Ursache dieser Farbe ist ein krystallisirbarer, farbloser Körper, das Morin $C_{12}H_8O_5$, das sich im Holze mit Kalk verbunden vorfindet, und eine eigenthümliche Gerbsäure, die Moringerbsäure (auch Maclurin genannt; ihre Formel ist $C_{13}H_{10}O_6$), die man in der Masse des Gelbholzes neben Morin oft in grosser Menge abgelagert findet.

Das Morin wird an der Luft und unter dem Einflusse der Alkalien gelb gefärbt. Das Maclurin spaltet sich unter dem Einflusse von Aetzkali in Phloroglucin und Protocatechusäure. Das Gelbholz wird zum Gelbfärben und seines bedeutenden Gehaltes an Gerbsäure wegen auch zum Schwarzfärben benutzt. Das im Handel vorkommende Extract führt den Namen Cubaextract. Das Fisetholz, Fustikholz, ungarisches Gelbholz, ist ein grünlichgelbes, braun gestreiftes Holz, das von dem Gerber- oder Perückenbaum (*Rhus Cotinus*), einem im südlichen Europa wachsenden strauchartigen Gewächse, stammt. Es enthält einen eigenthümlichen Farbstoff, das Fustin oder Fisetin $C_{15}H_{10}O_6$ und bedeutende Mengen von Gerbsäure. Das Fustin liefert bei der Spaltung, wie es scheint, Quercetin.

Der Orlean ist ein gelblichrother Farbstoff, der vorzugsweise zum Färben der Seide Anwendung findet. Er kommt in Form eines steifen Teiges in dem Handel vor und wird in Amerika, West- und Ostindien aus der Frucht der *Bixa Orellana* dargestellt. Es finden sich in dem Orlean zwei Farbstoffe, von denen der eine von gelber Farbe in Alkohol und Wasser löslich ist, während sich der andere von rother Farbe leicht in Alkohol, nicht aber in Wasser löst. Letzterer hat die Formel $C_5H_6O_4$. Die Gelbbeeren, Avignonkörner, persische Beeren, Kreuzbeeren, sind die Früchte von *Rhamnus infectorius*, *Rh. amygdalinus*, *Rh. saxatilis*, und werden aus der Levante oder dem südlichen Frankreich und Ungarn eingeführt. Die Grösse dieser Beeren ist sehr verschieden, man unterscheidet im Handel grosse und volle von heller Olivenfarbe, und kleinere, runzlige und dunkelbraune. Die ersteren sind vor ihrer vollständigen Reife eingesammelt worden, die anderen sind längere Zeit an den Aesten geblieben. Man trifft in den Gelbbeeren einen schönen goldgelben Farbstoff, das Chrysorhamnin, und einen olivengelben, das Xanthorhamnin. Ersteres ist identisch mit dem Quercetin. Man benutzt die Gelbbeeren in der Kattundruckerei, zum Färben von Papier, zur Fabrikation von Lack-

farben etc. Die Curcuma ist die getrocknete Wurzel von *Curcuma longa* und *C. rotunda*, einer in Ostindien, Java u. s. w. häufig angebauten Pflanze aus der Ordnung der Scitamineen. Sie kommt entweder in eirunden Knollen oder in flachgedrückten Stücken von schmutziggelber Farbe vor. Der Farbstoff darin ist das Curcumin $C_8H_{10}O_2$; es ist von gelber Farbe, sehr wenig haltbar und wird durch Alkalien rothbraun gefärbt. Der Wau oder das Gelbkraut besteht aus dem Kraut und den Stengeln der *Reseda luteola*, die in südlichen Ländern wild wächst, häufig aber auch behufs der Färberei angebaut wird. Der französische Wau wird für den besten gehalten. Der darin enthaltene Farbstoff ist das Luteolin. Unter Quercitron versteht man die von der Oberhaut befreite und gemahlene Rinde der in Nordamerika einheimischen Färbereiche (*Quercus tinctoria*). Er ist von heller Farbe und enthält ausser einem gelben Farbstoff, dem Quercitrin $C_{33}H_{30}O_{17}$, Gerbsäure. Das Quercitrin spaltet sich beim Behandeln mit verdünnten Säuren in Zucker (Isodulcit $C_6H_{10}O_5$) und Quercetin $C_{27}H_{18}O_{12}$, ein citronengelbes Pulver, das unter dem Namen Flavin im Handel vorkommt. Nach Hlasiwetz ist in dem Quercetin der Complex des Morin enthalten. Wegen der Schönheit der Farbe wird das Quercitron neben der Pikrinsäure häufiger als jeder andere gelbe Farbstoff in allen Zweigen der Färberei angewendet. Von den übrigen, einigermaassen wichtigen Farbstoffen seien erwähnt die Scharte (*Serratula tinctoria*), der Färbeginster (*Genista tinctoria*), das Wongshy (chinesische Gelbschoten), die Samenkapseln der Früchte von *Gardenia florida*, die Purée oder das *Jaune Indien*, ein aus Ostindien eingeführter Farbstoff ungewissen Ursprungs, der aus dem Magnesiasalze der Euxanthinsäure besteht, und das Morindagelb aus der *Morinda citrifolia*. Seit dem Entstehen der Theerfarbenindustrie hat man endlich die Pikrinsäure (vergl. S. 417) als gelbes und (mit Indiglösung oder mit Anilinblau versetzt) als grünes Färbematerial für Seide und Wolle vielfach angewendet. Neuerdings wird anstatt der Pikrinsäure das Martius- oder Manchestergelb (vergl. S. 420) vielfach angewendet.

Die braunen Farben werden, wenn man von dem Anilinbraun absieht, durch Mischung von Roth, Gelb und Blau, oder von Gelb oder Roth mit Schwarz (Mischbraun) zusammengesetzt. Häufig färbt man auch braun mit oxydirenden Agentien und gerbstoffhaltigen Pigmenten wie Weiden-, Eichen-, Wallnussrinde, namentlich mit Catechu, dem Extract aus dem Holze der *Areca* und *Acacia catechu* u. s. w. Letzteres Braun heisst Chemischbraun oder Havannabraun. Das Bisterbraun wird durch Manganoxydhydrat erzeugt. Schwarz wird erzeugt durch gerb- oder gallussaures Eisenoxydul-Oxyd oder durch chromsaures Kali und Blauholzabkochung*) oder endlich durch Anilinschwarz (vergl. Seite 415). Grün

*) Eine schwarze Farbenbrühe ist auch die gewöhnliche Schreibtinte, die wesentlich aus gallussaurem Eisenoxydul und Oxyd besteht, welches letztere durch arabisches Gummi in der Flüssigkeit suspendirt gehalten wird. Eine sehr gute schwarze Tinte lässt sich nach folgender Vorschrift darstellen: Man zieht 1 Kilogr. zerstossene Galläpfel und 150 Gr. Blauholz mit 5 Liter heissem Wasser aus, löst 600 Gr. arabisches Gummi in $2^1/_2$ Litern Wasser und 500 Gr. schwefelsaures Eisenoxydul für sich in einigen Litern Wasser. Darauf giesst man den Galläpfel- und Blauholz-

wird hervorgebracht durch Mischen von Gelb und Blau oder durch Chinesisch Grün oder Lo-kao aus *Rhamnus chlorophorus* und *Rh. utilis*, durch das Saft- oder Blasengrün aus den Beeren des Kreuzdornes (*Rhamnus catharticus*) und endlich von grosser Schönheit durch das Anilingrün, Jodgrün und Methylgrün.

Die Bleicherei.

Das Bleichen hat zum Zweck, die Gespinnstfasern und die aus ihnen gefertigten Garne, Zwirne und Gewebe, die zwar an sich weiss sind, aber bei ihrer Gewinnung und Verarbeitung sich färben und beschmutzen, in den weissen Zustand zurückzuführen. Die Pflanzenfaser widersteht den meist chemischen Agentien, während die fremden färbenden Stoffe, die meist nur auf der Oberfläche der Fasern sich befinden, durch genannte Agentien aufgelöst oder völlig zerstört werden. Hierauf beruht das Wesen der Bleicherei von Produkten, die wie Leinen- oder Baumwollgewebe aus Cellulose bestehen. Bei Wolle und Seide ist das Verfahren des Bleichens ein anderes, da diejenigen Agentien, die beim Bleichen von Leinen und Baumwolle anwendbar sind, hier geradezu unmöglich erscheinen, da sie nicht nur die fremden Substanzen, sondern auch den Spinnstoff selbst auflösen oder mindestens angreifen würden.

auszug mit der Lösung der Gummi und des schwefelsauren Eisenoxyduls zusammen, setzt einige Tropfen Lavendel- oder Nelkenöl und so viel Wasser hinzu, dass die Gesammtmenge der Flüssigkeit 11 Liter beträgt. Die Eisentinte hat ausser der unangenehmen Eigenschaft, Stahlfedern anzugreifen, noch den Fehler, dass die damit geschriebene Schrift, wenn auch oft nach sehr langer Zeit, gelb wird. Die Chromtinte besteht aus 1000 Th. Blauholzabkochung (1 Th. Holz auf 8 Th. Wasser) und einem Theil neutralen chromsauren Kali, zu welcher man etwas Quecksilberchlorid setzt. Diese Tinte empfiehlt sich durch ungemeine Wohlfeilheit, Schönheit und Dauerhaftigkeit. Zur Bereitung der sogenannten Alizarintinte zieht man 42 Th. Galläpfel und 3 Th. Krapp mit Wasser aus, so dass 120 Th. Flüssigkeit entstehen, zu welcher man setzt 1,2 Th. schwefelsaure Indiglösung, 5,2 Th. Eisenvitriol und 2 Th. holzessigsaure Eisenlösung. Die blaue Tinte von Rouen, die als Surrogat der schwarzen Tinte in Frankreich namentlich häufige Anwendung findet, besteht aus einer Abkochung von 750 Grm. Blauholz, 35 Grm. Alaun und 31 Grm. arabischem Gummi mit 5—6 Litern Wasser. Die Copirtinten sind im Grunde nichts weiter als gewöhnliche Tinten, die aber concentrirter sind und grössere Mengen von Gummi und auch Zucker enthalten. Waschechte Zeichentinte (für Wäsche) ist entweder wesentlich Silberlösung (vergl. Seite 86) oder auf dem Gewebe selbst hervorgerufenes Anilinschwarz (vergl. Seite 415).

Die Bleicherei wendet theils chemische, theils mechanische Hülfsmittel an. Die chemischen Bleichmittel lassen sich, wenn man von den alkalischen Laugen absieht, deren Anwendung stets der des eigentlichen Bleichmittels vorangeht, theils auf ozonhaltige oder ozonbildende Mittel, oder auf die Application von schwefliger Säure zurückführen. Diejenige Bleiche, die bei Leinen- und Baumwollwaaren Platz greift, möge dieselbe Natur- oder Rasenbleiche, oder künstliche Bleiche (Chlorbleiche) sein, ist stets Ozonbleiche, deren Zweck eine Oxydation der fremden färbenden Substanzen auf der Faser durch den activen Sauerstoff der Atmosphäre oder des Ozonbades ist, dessen Wirkung dadurch unterstützt wird, dass man dem Bade eine alkalische Beschaffenheit giebt. Bei der Rasenbleiche erfolgt die Ozonbildung durch Wasserzersetzung in Folge der Einwirkung des Lichtes auf das Wasser, während der Wasserstoff mit dem Stickstoff der Atmosphäre (nach Armand Müller)*) zur Bildung von salpetriger Säure und Ammoniak Veranlassung giebt. Obgleich unter Umständen jedes oxydirende Agens als Bleichmittel von Cellulose und ähnlichen Stoffen Anwendung finden könnte, so hat doch die Praxis längst schon denjenigen den Vorzug gegeben, welche bei ihrer Reduction, respective bei der Oxydation eine Säure bilden und daher die Gegenwart eines Alkalis verlangen — Agentien, die dieses Verhaltens wegen alkalipathische Oxydationsagentien genannt worden sind. Die von den Bleichern angewendeten Agentien sind ausser der ozonhaltigen atmosphärischen Luft 1) das Chlor, 2) die unterchlorige Säure, 3) das Ferridcyankalium und 4) das Wasserstoffsuperoxyd, obgleich letzterer Körper mehr einer „Zukunftsbleicherei“ angehört. Von den acidipathischen Oxydationsagentien, deren Produkte basisch sind, so dass die Oxydation, resp. Bleichung nur in einer sauren Flüssigkeit vorgenommen werden darf, verdienen drei die Beachtung der Bleicher, nämlich die vor einigen Jahren (1867) von Tessié du Motay empfohlene Uebermangansäure, die Eisenoxydlösung, die Chromsäure. Für das Verständniss der Bleicherei und der dabei stattfindenden Vorgänge ist es nothwendig, zu bemerken, dass es zwei Modificationen des Ozons giebt, in welche sich der gewöhnliche inactive Sauerstoff zu spalten vermag. Die eine Art, das Ozon, wird als positiv-activer Sauerstoff betrachtet, die andere Art, das Antozon, ist der ersteren Modification entgegengesetzt und negativ-activer Sauerstoff. Kommen beide Modificationen zusammen, so vereinigen sie sich zu gewöhnlichem (nicht bleichendem) Sauerstoff. Diese Thatsache ist für den Bleicher von grosser Wichtigkeit, da er bei der Wahl von mehreren Oxydationsagentien, die er zu gleicher Zeit anzuwenden beabsichtigt, darauf Rücksicht nehmen muss, dass dieselben die gleichnamige Ozonmodification enthalten, entgegengesetzten Falls findet keine Oxydation oder Bleichung, sondern nur eine Entwickelung von gewöhnlichem Sauerstoffgase statt. Das Bleichen durch schweflige Säure lässt sich auf zwei wesentlich von einander verschiedene Ursachen zurückführen, nämlich in den meisten Fällen auf eine blosse Maskirung, in einigen wenigen Fällen aber auf eine wirkliche Zerstörung des Farbstoffes. Die Pigmente vieler blauer oder rother Blumen, Früchte u. s. w. gehen mit der schwefligen

*) Vergl. Armand Müller, Ueber die Einwirkung des Lichtes auf Wasser. Zürich 1874.

Säure farblose Verbindungen ein: die Farbe ist aber nicht zerstört; verdünnte Säuren, wie verdünnte Schwefelsäure, sowie die Dämpfe von Salzsäure, Salpetersäure, Chlor, Jod und Brom, endlich auch Erwärmen zerstört die gebleichten schwefligsauren Verbindungen fast augenblicklich und die ursprüngliche Färbung kommt wieder zum Vorschein. Die Farbstoffe der gelben Blumen verhalten sich indifferent gegen schweflige Säure und werden durch dieselbe nicht gebleicht. Ebensowenig wird Grün (Chlorophyll) verändert. Manche gefärbte Körper, wie das Indigblau, der Carmin und der gelbe Farbstoff der Seide werden anfänglich durch schweflige Säure nicht gebleicht, später aber findet eine Bleichung statt dadurch, dass unter dem Einflusse des Lichtes der mit ihr gemengte Sauerstoff eine Oxydation, d. h. eine Zerstörung der genannten Farben vermittelt. Die Bleichung mit schwefliger Säure, so wie sie in den Gewerben ausgeführt wird, ist in den meisten Fällen keine ächte, sondern nur eine Art Uebertünchung, die den färbenden Körper dem Auge entzieht. Beim blossen Liegen an der Luft, namentlich bei Bewegung der gebleichten Gegenstände verflüchtigt sich allmälig die schweflige Säure, daher die gebleichten Stoffe nach einiger Zeit von selbst ihre ursprüngliche Farbe wieder annehmen, wie man z. B. an Stroh- und Korbflechtarbeiten, an Badeschwämmen u. s. w. häufig wahrzunehmen Gelegenheit hat.

Durch das Bleichen der Baumwolle wird bezweckt, den gelben Farbstoff der rohen Baumwolle, die Weberschlichte (Leim, Dextrin, Stärke), eine fette Substanz und die während der Verarbeitung hereingekommenen Schmutztheile zu entfernen. Das Bleichen geschieht zuerst durch Einweichen der Baumwolle in siedendes Wasser, wodurch alle darin löslichen Stoffe fortgeschafft werden. Darauf kocht man dieselbe mit Kalkmilch oder mit einer Lösung von kohlensaurem Natron, wodurch die Weberschlichte aufgelöst und das Fett in eine seifenartige Verbindung übergeführt wird. Früher liess man zu ihrer Entfernung die baumwollenen Zeuge eine Art Gährung überstehen. Nachdem die Schlichte und das Fett entfernt worden sind, behandelt man die Baumwolle mit Aetznatronlauge, wodurch eine harzähnliche Substanz, die sich den vorstehenden Operationen entzog, aufgelöst wird. Endlich bringt man die Zeuge, sofern man die Kunstbleiche der Natur- oder Rasenbleiche vorzieht, in eine Auflösung von Chlorkalk (oder bei zarten Stoffen Chlormagnesia), die man durch einströmenden Wasserdampf erhitzt, und spült sie darauf in Bottichen ab, in denen sich verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure befindet. Es bildet sich schwefelsaurer Kalk oder Chlorcalcium und freies Chlor, welches im Augenblick des Freiwerdens das Bleichen des Zeuges bewirkt. Die anhängende freie Säure wird durch ein alkalisches Bad entfernt. Es ist einleuchtend, dass die Weisse des Zeuges um so grösser ausfallen muss, je öfter diese Operationen wiederholt werden. Das Behandeln der Gewebe und Garne mit siedender Lauge nennt man das Bäuchen und nimmt dasselbe in besonderen Apparaten, den Bäuchapparaten vor. — Zum Trocknen der gebleichten Zeuge bedient man sich jetzt häufig der Centrifugal-Trockenmaschine, welche aus zwei in einem Kasten eingeschlossenen und an den entgegengesetzten Seiten einer horizontalen Axe befestigten Körben von Metallgeflecht besteht. Wird in diese Körbe das zu trocknende Zeug gelegt, und die Axe vermittelst einer durch Räderwerk mit derselben verbundenen Kurbel rasch umgedreht, so fliesst das Wasser durch die Wirkung der Centrifugalkraft aus dem Zeuge aus, und letzteres kann auf diese Weise in einigen Minuten lufttrocken gemacht werden. Beim Bleichen

der leinenen Stoffe wendet man entweder die Rasenbleiche oder die Kunstbleiche an. Beachtenswerth ist die neue Bleichmethode von Tessié du Motay, die auf die Anwendung von mangan- und übermangansaurem Alkali hinausläuft. Das mangansaure Salz wird in Wasser gelöst und durch Versetzen mit einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia, Chlormagnesium oder Chlorcalcium in übermangansaures Natron, Mangansuperoxyd, Alkalisalz und Magnesiahydrat übergeführt.

Dem Bleichen der Seide geht das Entschälen voraus. Zu diesem Behufe behandelt man die Rohseide in der Kälte mit einer Auflösung von 30 Th. Natriumbicarbonat in 100 Th. Wasser und kocht dann die entschälte (degummirte) Seide mit Wasser aus. Durch diese beiden Operationen verliert die Rohseide ungefähr 25 Proc. von ihrem Gewichte. Bei seidenen Zeugen, die weiss bleiben sollen, wendet man darauf zum Bleichen schweflige Säure an, deren Darstellung und Wirkungsart früher beschrieben worden ist. Um das Weisse der Seide besser hervorzuheben, pflegt man derselben einen röthlichen Schimmer durch eine Lösung von Orlean in Seifenwasser, oder einen bläulichen Schein durch Indig zu geben. Die Wollenbleiche beginnt mit dem Entschweissen, d. h. mit der Reinigung von der fettigen Kaliseife, die der Wolle im rohen Zustande als eine Ausscheidung der Haut anhängt. Diese Operation wird durch Behandeln der Wolle mit faulem Harn (kohlensaurem Ammoniak) oder mit einer Seifenlösung ausgeführt. Die Wolle verliert dabei 20—30 Proc. an Gewicht. Für die meisten Farben ist diese vorbereitende Reinigung hinreichend, nicht aber für zarte Farben und Zeuge, auf welche Farben aufgedruckt werden sollen. Bei der letzteren ist ein Bleichen durch schweflige Säure (in Form von Natriumbisulfit unter dem Namen Leucogen) nöthig.

Die Färberei der Gespinnste und Gewebe.

Auf ähnliche Weise vielleicht wie die Kohle (namentlich die Thierkohle) und die Ackerkrume Farbstoffe und gewisse anorganische Körper aus Lösungen unverändert in sich aufzunehmen und unlöslich zu machen vermag, ist auch die thierische und vegetabilische Faser im Stande, Farbstoffe (und gewisse Beizenbestandtheile) aus Lösungen aufzunehmen und im absorbirten Zustande unlöslich festzuhalten. Die Verbindung ist aber häufig eine so lockere, dass sie durch wiederholte Behandlung mit demselben Lösungsmittel besonders in der Wärme leicht zerstört wird. So kann man eine Faser, die mit schwefelsaurem Indig, mit in Oxalsäure gelöstem Berlinerblau u. s. w. gefärbt ist, durch fortgesetztes Waschen entfärben. Diese Faser wird daher erst dann eigentlich gefärbt werden, wenn der aufgelöste Farbstoff mit der Faser, in den meisten Fällen unter Mitwirkung eines dritten Körpers, einer Beize, eine *unlösliche* Verbindung eingegangen hat, die durch Behandeln mit dem Lösungsmittel nicht mehr gehoben wird. Die so erzeugte Farbe heisst eine ächte;

sie widersteht der Witterung, dem Lichte, dem Seifenwasser, schwachen alkalischen Laugen und sehr verdünnten Säuren. Eine Farbe, die unter diesen Einflüssen zerstört wird, heisst unächt. Die Färberei beruht zum Theil auf chemischen Grundsätzen, die Aufnahme des Farbstoffes durch die Faser ist aber, wie es scheint, nur eine physikalische, denn zwischen den bezüglichen Quantitäten der Faser und des Farbstoffs findet eine atomistische Beziehung nicht statt. Weder die Faser noch der Farbstoff haben nach ihrer Fixation eine ihrer charakteristischen Eigenschaften eingebüsst.

Die zum Färben nothwendige unlösliche Verbindung der Faser mit dem Farbstoff lässt sich auf verschiedene Weise erzeugen. Sie lässt sich darstellen 1) durch Entfernung der Auflösungsmittel. Auf diese Art lässt sich Kupferoxyd, das sich in Ammoniak gelöst befindet, durch blosses Verdunsten des Ammoniaks auf der Faser fixiren. Ebenso chromsaures Zink in ammoniakalischer Lösung. Das Niederschlagen des Carthamins aus einer alkalischen Lösung mittelst einer Säure, und die Fällung vieler aus dem Theer dargestellter Farben aus ihrer Lösung in Alkohol gehört ebenfalls hierher. Die unlösliche Verbindung kann 2) durch Oxydation hervorgebracht werden, indem durch Aufnahme von Sauerstoff der vorher lösliche Farbstoff unlöslich wird. Hierher gehören ausser dem schwefelsauren Eisenoxydul und Manganoxydul, dass durch Oxydation in unlösliches Oxydhydrat übergeht, die gerbsäurehaltigen Vegetabilien, welche ausserdem einen Farbstoff enthalten, wie Quercitron, Sumach, Gelbholz, Fiset u. s. w. Wenn man Zeug mit einem wässerigen oder alkalischen Auszug dieser Substanzen tränkt und dasselbe der Luft aussetzt, so wird der Farbstoff braun und löst sich in Wasser nicht mehr auf. Eine gleiche Veränderung wird schneller hervorgebracht, indem man auf diese Weise getränkte Zeuge mit oxydirenden Mitteln, wie mit Chromsäure behandelt. Ein Beispiel dieser Art ist das Schwarzfärben mittelst Blauholz und Kaliumdichromat, wo das Hämatoxylin des Holzes zu Hämateïn oxydirt und die Chromsäure zu Chromoxyd reducirt wird. In dieselbe Kategorie gehört gewissermaassen auch das Blaufärben mit Indig in der Küpe; in diesem Falle geht aber die Färbung dadurch vor sich, dass allerdings Sauerstoff aufgenommen, aber zugleich Wasserstoff aus dem Indigweiss ausgeschieden wird, das sich mit dem Sauerstoff zu Wasser verbindet. Auch die Erzeugung von Anilinschwarz auf dem Gewebe mit Hülfe ozonabgebender oder ozonbildender Agentien (Kaliumchlorat, Ferridcyanammon, chromsaures Kupferoxyd, frisch gefälltes Schwefelkupfer) ist hier einzuschalten. In vielen Fällen sucht man 3) die unlösliche Verbindung durch doppelte Zersetzung hervorzubringen, so erzeugt man Blau durch Ferrocyanwasserstoffsäure und durch Eisenoxyd; Gelb durch Kaliumdichromat und ein lösliches Bleisalz. Diese Art der Fixirung der Pigmente findet nur bei Mineralfarben Anwendung. Die wichtigste und gebräuchlichste Methode der Fixirung der Farben ist endlich 4) die durch Beizen oder Mordants. Unter einer Beize versteht man die Lösung eines Körpers, der an sich kein Farbstoff, zu der Faser wie zu dem Pigment aber Verwandtschaft hat und die Verbindung beider vermittelt. Der auf die Faser fixirte Körper ist häufig eine Verbindung des Farbstoffs mit einer Base, welche einem Salze zu vergleichen ist. Die wich-

tigsten der Verbindungen, die man zu Beizen anwendet, sind Alaun, schwefel- und essigsaure Thonerde, unterschwefligsaure Thonerde, Natron-Aluminat, essigsaures Eisenoxyd und Zinnbeize, Fette, Tannin (namentlich bei den Krapppigmenten und den Anilinfarbstoffen für Baumwolle und Leinen), Albumin, Kleber, Caseïn und fettes Oel. Durch diese Beizen werden die zu färbenden Zeuge gezogen, darauf wird die Beize befestigt, was je nach ihrer Natur durch Lüften, durch Kuhkothen, durch Behandeln im Kleienbade oder durch Behandeln mit Seife geschieht, und dann erst wird das Zeug in die Farbelösung gebracht. Die meisten organischen Pigmente sind nur vermittelst der Beizen zum Färben anwendbar. Die Beizen haben aber nicht nur die Bestimmung, die Verbindung der Faser mit dem Farbstoff zu bewerkstelligen, sie können auch in gewissen Fällen dazu dienen, eine solche Veränderung in den schon vorher mit Erd- oder Metallsalzen getränkten Zeugen hervorzubringen, dass die damit versehenen Stellen beim Herausnehmen aus der Farbenbrühe (der Flotte) weiss erscheinen. Man nennt solche Beizen entfärbende Beizen. Zu ihnen gehören Phosphorsäure, Weinsäure, Oxalsäure, arsenige Säure, oxalsaures Kali etc. Die bei der Zeugdruckerei zu erwähnenden Reservagen (Schutzpappen) gehören ebenfalls hierher. Oefters haben auch die Beizen den Zweck, schon vorhandenen Beizen einen andern Ton zu geben, die erhaltene Farbe lebhafter und reiner hervortreten zu lassen und dadurch das Zeug zu schönen oder zu schauen (aviviren); letzteres geschieht durch Ziehen des schon gefärbten Zeuges durch schwach saure oder alkalische Flüssigkeiten, durch Seifenlösung, oder durch eine andere Farbenbrühe. Man nennt solche Beizen Modifikationsbeizen.

Wollfärberei. Die Wolle wird entweder ungesponnen als Flockwolle, oder gesponnen als Garn, oder als Gewebe, als Tuch oder Zeug gefärbt. Da bei der Verarbeitung der Wolle stets ein Theil beim Weben, Walken und Scheeren abfällt, so ist es vortheilhaft, die Wolle im gesponnenen Zustande zu färben. Wenn die zu erzeugende Farbe ächt werden soll, so werden die zu färbenden wollenen Stoffe vorgebeizt. Dies geschieht durch Kochen der Wolle in einer Lösung von Alaun und Weinstein; oder Weinstein und Zinnsalz; oder Weinstein und Eisenvitriol. Für gewisse Farben wendet man Zinnchlorid oder Pinksalz an.

Der wichtigste Theil der Wollfärberei ist die Blaufärberei. Am häufigsten erzielt man die blaue Farbe mit Indig, der die schönsten und dauerhaftesten Farben erzeugt, oder für Merinos und ähnliche Stoffe mit Berlinerblau, oder endlich ordinäre Zeuge mit Blauholz und schwefelsaurem Kupferoxyd. Wolle wird durch Indig stets auf die Weise gefärbt, dass man sie in eine Auflösung von Indigweiss in einer alkalischen Flüssigkeit bringt, und dann der Luft aussetzt. Das Gefäss, in welchem die Auflösung des Indigs vorgenommen wird, heisst die Küpe. Dieser Name ist auch auf das Verfahren des Färbens übergegangen, so dass man unter Indig- oder Blauküpe die in der Färberei übliche Methode, den Indig aufzulösen, versteht. Man löst den Indig entweder, indem man denselben reducirt,

oder, indem man ihn mit Schwefelsäure behandelt. Man theilt die Küpen ein in warme und kalte Küpen. Zu den warmen rechnet man die Waid- und die Potaschenküpe, zu den kalten die Vitriol-, die Urin-, die Operment- und die Zinnoxydulküpe. Die Waidküpe (Pastelküpe) oder warme Küpe dient besonders zum Färben der Streichwolle und des Tuches; sie giebt die schönsten und haltbarsten Farben unter allen Küpen. Früher, als der Indig nicht bekannt war, wurde sie mit Waid angesetzt und verdankte dann ausschliesslich diesem ihre färbende Eigenschaft; später ersetzte man, um das Färbevermögen zu vermehren, den Waid zum Theil durch Indig. Gegenwärtig setzt man den Waid zu der Waidküpe nicht sowol wegen des darin enthaltenen Indigs, als vielmehr, um dadurch eine Gährung hervorzurufen, durch welche der Indig zu Indigweiss reducirt und aufgelöst wird. Um eine Küpe, die gewöhnlich aus Eisen oder Kupfer ist, anzustellen, füllt man sie zuerst mit weichem Wasser und setzt dann je auf 500 Liter Wasser 1 Kilogr. feingemahlenen Indig, $13^1/_2$ Kilogr. Waid, $^1/_2$ Kilogr. Krapp, $^1/_2$ Kilogr. Kleie und $^1/_2$ Kilogr. Potasche, während die Temperatur auf 80—90° gebracht und so etwa 2 Stunden erhalten wird. Hierauf setzt man $^1/_2$ Kilogr. gebrannten und zu Milch gelöschten Kalk hinzu, hört aber mit dem Feuern auf, so dass die Küpe langsam abkühlt. Nach einiger Zeit stellt sich eine Gährung ein, wobei der Indig allmälig reducirt und aufgelöst wird. Nach beendigter Reduktion des Indigs erscheint die Flüssigkeit klar und von weingelber Farbe. Zur Darstellung der Potaschen- oder Sodaküpe nimmt man auf 12 Th. Indig, 8 Th. Krapp, 8 Th. Kleie und 24 Th. Potasche, erwärmt anfänglich auf 50°, und setzt nach 36 Stunden noch 12 Th. und nach 48 Stunden abermals 12 Th. Potasche hinzu. Nach 3 Tagen ist die Gährung so weit vorgeschritten, dass die Küpe zum Färben bereit ist. Diese Küpe färbt schneller und besser als die Waidküpe und ist auch weit leichter zu behandeln. Bei der Vitriolküpe wird Indig mit Wasser, schwefelsaurem Eisenoxydul, Kalk (oder Kali und Natron) zusammengebracht. Die Flüssigkeit wird sehr bald entfärbt und wird besonders, um schnell zu färben, angewendet. Die Vitriolküpe wird häufiger zum Färben von Baumwollen- und Leinenstoffen, als in der Wollfärberei benutzt. Zuweilen ersetzt man den Eisenvitriol durch Zinkstaub und stellt dadurch die Zinkküpe dar. Die Harnküpe wird durch Auflösen von Indig in faulem Harn dargestellt. Die Reduktion des Indigs geschieht durch die organischen Substanzen des faulen Harnes, die Lösung des reducirten Indigs durch das durch die Fäulniss des Harnstoffs entstandene kohlensaure Ammoniak. Man benutzt die Urinküpe zum Färben von Wolle und Leinen, wiewohl sehr selten. Die Operment- oder Arsenküpe dient vielmehr in der Zeugdruckerei als zum Blaufärben der Wolle. Man stellt sie durch Auflösen von Operment (Schwefelarsen As_2S_3) und Indig in Kalilauge dar, und trägt die Lösung mit Gummi verdickt auf.

Wie schon Seite 433 angegeben worden ist, löst sich der Indig in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die Indigschwefelsäure (Indigodisulfosäure $C_{16}H_8N_2O_2(HSO_3)_2$). Dieselbe dient zum Blaufärben der Wolle. Um die Lösung derselben (die Indigcomposition) darzustellen, löst man 1 Th. Indig in 4—5 Theilen rauchender Schwefelsäure, schüttet die Lösung in einen Kessel mit Flusswasser, und bringt in die Flüssigkeit Flockwolle, die man darin 24 Stunden liegen lässt. Nach Verlauf dieser Zeit, während welcher sich die Indigschwefelsäure auf die Wolle nie-

dergeschlagen hat, lässt man die Wolle abtropfen, bringt sie dann in einen Kessel mit Wasser, das mit etwas kohlensaurem Ammoniak, Natron oder Kali versetzt worden ist und lässt sie mit demselben einige Zeit lang sieden. Die so erhaltene Lösung (*abgezogenes sächsisches Blau*) wird zum Blaufärben angewendet. Soll Wolle mit dieser Lösung blau gefärbt werden, so wird sie mit Alaun ausgesotten und dann mit dieser Flüssigkeit behandelt. Es bildet sich auf der Wolle indigosulfosaures Aluminium.

Mit Berlinerblau (Kaliblau) färbt man Wolle auf zweierlei Art. Die erste Art besteht darin, die Wolle mit einer Eisenoxydlösung zu tränken, und dann durch eine Lösung von Ferrocyankalium, die mit Schwefelsäure angesäuert ist, zu ziehen. Das zweite Verfahren (*Bleu de France*) beruht auf der Benutzung der zersetzenden Einwirkung der Luft auf die Ferro- und Ferridcyanwasserstoffsäure. Man taucht die Zeuge in eine Auflösung von Ferro- oder Ferridcyankalium, Schwefelsäure und Alaun in Wasser, und setzt sie nachher der atmosphärischen Luft aus; die Ferro- oder Ferridcyanwasserstoffsäure zersetzt sich in entweichende Blausäure und in auf der Faser zurückbleibendes Eisencyanürcyanid. Um mit Blauholz (Holzblau) zu färben, bereitet man ein Bad, in welchem man Blauholz kochen lässt und bringt dann Alaun, Weinstein und schwefelsaures Kupferoxyd hinein. In dieser Brühe lässt man die Wolle kochen. Nach dem Ausfärben werden die Zeuge durch Kochen in einem Bad von Campecheholz, Zinnchlorür, Alaun und Weinstein geschönt.

Die zum Gelbfärben der Wolle am häufigsten angewendete Substanz ist der Wau, der die Eigenschaft hat, beim Zusammenbringen mit reinem Alkali weniger roth gefärbt zu werden, als die übrigen gelben Farbstoffe. Die Wasserfarben bleiben an der Luft ziemlich lange unverändert, obgleich ihre Haltbarkeit mit der der Indigfarben nicht zu vergleichen ist. Die Wolle wird zuerst mit einer Lösung von Alaun und Weingeist, und dann in einem frischen Bade und Wau gekocht. Mit etwas Fisetholz oder Krapp modificirt, erhält man rothgelb, mit etwas Indigschwefelsäure citronengelb. Des Gelbholzes bedient man sich weniger zur Darstellung von reinem Gelb als von gemischten Farben. Die grosse Menge der in dem Gelbholz enthaltenen eigenthümlichen Gerbsäure bewirkt, dass mit dem Gelbholz ohne Beizen gefärbt werden kann, obgleich die so behandelte Flockwolle eine für das Verspinnen sehr nachtheilige Härte annimmt. Der Vorschlag, aus den Abkochungen des Gelbholzes die Gerbsäure durch Hautabfälle zu fällen, ist insofern ein irrationeller, als die in dem Gelbholz enthaltene Gerbsäure eine gelbfärbende ist, und das Gelbholz durch Entfernung dieser Säure des grössten Theils seines Farbstoffs beraubt werden würde. Das Fisetholz wendet man vorzugsweise zum Gelbfärben der Merinos an. Goldgelb wird auf Wolle mit Hülfe von Pikrinsäure oder besser von Martiusgelb erzeugt.

Bei dem Rothfärben der Wolle wendet man meist den Krapp (oder das künstliche Alizarin) an. Die Arbeit dabei zerfällt in das Ansieden und das Aussieden im Krappbade. Das Ansieden geschieht in einer Lösung von Alaun und Weinstein, das Aussieden in dem Krappbad, in welchem der Krappgehalt mindestens die Hälfte vom Gewicht der Wolle beträgt. Nach dem Ansieden wird die Wolle sorgfältig ausgewaschen, um alle holzigen Theile, die an der Wolle hängen, zu entfernen. Das Rothfärben mit Cochenille geht ebenso wie die Krappfärberei durch Ansieden und Aus-

sieden vor sich. Die Nüancen mit einem Stich ins Gelbe führen den Namen Scharlach, die mit einem Stich ins Rothe Ponceau. Man siedet mit einem Bad aus Cochenille, Weinstein und Zinnsalz an und färbt mit Cochenille und Zinnsalz aus. Mit allen Theerfarbstoffen lässt sich die Wolle mit Leichtigkeit färben, deren Affinität zu den Anilinfarben so bedeutend ist, dass die Lösung eines solchen Farbstoffes durch Digestion mit Wolle fast vollständig entfärbt werden kann. Das Corallin (und Aurin) findet zum Rothfärben der Wolle ebenfalls Anwendung. Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Gewöhnlich färbt man erst die Wolle blau, lässt sie dann mit Weinstein und Alaun kochen und färbt dann mit Gelbholz oder Wau aus. Das zu Spieltischen, Billardüberzügen u. s. w. angewendete grüne Tuch wird auf folgende Weise gefärbt: Man bereitet eine schwache Abkochung von Gelbholz, schüttet in das Bad etwas Sächsischblau und löst darin Alaun und Weinstein. Darauf taucht man die Stücke hinein und erhält das Bad 2 Stunden lang im Sieden. Nach dem Auswaschen bringt man das Tuch in ein frisches Gelbholzbad, zu welchem man abermals eine kleine Menge Sächsischblau gesetzt hat und färbt es darin aus. Auch mittelst Jodgrün und Anilingrün färbt man Wolle grün. Die schwarze Farbe entsteht gewöhnlich, wenn man von der Application des neuerdings angewendeten Anilinschwarz (aus chromsaurem Kupferoxyd und oxalsaurem Anilin) absieht, aus einer Verbindung des Eisenoxydes mit Gerbsäure und Gallussäure. Man beizt die Wolle mit schwefelsaurem Eisenoxydul an und färbt dann vermittelst einer Abkochung von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. aus. Zu ächtem Schwarz (Sedanschwarz) giebt man den Tüchern in der Waidküpe einen dunkelblauen Indiggrund, wäscht sie dann sorgfältig aus, bringt sie in ein Bad von Sumach und Blauholz, lässt sie darin 3 Stunden lang sieden und setzt darauf schwefelsaures Eisenoxydul hinzu. Diese Operation wird wiederholt, bis das Tuch eine intensiv schwarze Farbe angenommen hat. Zu weniger ächtem Schwarz giebt man dem Tuch einen Grund mit Berlinerblau und färbt hierauf wie vorher aus. Bei unächtem Schwarz (Bedarieuxschwarz, Toursschwarz, Genferschwarz) nimmt man Blauholz, Sumach mit etwas Gelbholz als Basis und wendet zum Schwarzfärben schwefelsaures Eisenoxydul und schwefelsaures Kupferoxyd an. Das Schwarzfärben mit Kaliumchromat (das Chromschwarz) wird auf folgende Weise ausgeführt: Man siedet mit einer Lösung von Kaliumdichromat Kali und Weinstein an und färbt mit einer Abkochung von Blauholz aus. Anstatt des schwefelsauren Eisenoxyduls wendet man zweckmässiger essigsaures (holzsaures) Eisenoxydul an. Weisses Tuch erhält man, indem man das Tuch nach dem Schwefeln durch Kreide zieht, und nach dem Trocknen ausklopft und ausbürstet.

Seidenfärberei. Die Seide wird gewöhnlich roh, nachdem sie entschält, gebleicht oder geschwefelt worden ist, gefärbt. Die bei der Seidenfärberei angewendeten Bäder dürfen nicht siedend, sondern müssen kalt angewendet werden.

Um die Seide schwarz zu färben, wendet man entweder an 1) Blauholz und Eisenbeize (Rostbeize), 2) Blauholz und zweifach chromsaures Kali, 3) Galläpfel und andere gerbstoffhaltige Körper und Eisensalze, 4) Anilinschwarz. Das erstere und zweite Schwarz heisst schlechtweg Holzschwarz,

das dritte Schwerschwarz. Das Holzschwarz mit Eisenbeize wird hergestellt durch Mordanciren der Seide mit salpetersaurem Eisenoxyd (Rostbeize, *Rouille*) und Ausfärben mit Blauholz. Theurer und umständlicher ist das Schwerschwarz, dafür hat es aber auch den grossen Vortheil, dass es durch Säuren nicht verändert wird, dass ferner die Seide in Schwerschwarz eine Gewichtsmenge farbegebender Substanzen aufnimmt, die 60, 80, ja selbst 100 Proc. ihres eigenen Gewichts beträgt. Der Seidenfärber muss auf Verlangen für 100 Pfund rohe Seide 160, 180—200 Proc. schwerschwarzgefärbte abliefern. In Deutschland wendet man als gerbsäurehaltige Substanz Knoppernextract oder sogenannten „schwarzen Seidengrund" an. Oft ist die schwarze Seide im höchsten Grade mit Farbe gesättigt, wodurch das Zeug eine scheinbar grosse Stärke erhält, während die Farbe unhaltbar ist und das Zeug abfärbt. Eine solche Farbe heisst Dunstfarbe. Unter dem Mikroskop beobachtet man, dass die Farbe den Seidenfäden nur lose anhaftet. Das Schwerschwarzfärben wird ausgeführt, indem man die Seide zuerst gallirt, d. h. durch ein gerbsäurehaltiges Bad zieht und dann mit Eisensalzen ausfärbt (Mailänderschwarz); das Schwarz, welches einen Grund hat von Blutlaugensalz und salpetersaurem Eisenoxyd führt den Namen Blaukesselglanz. Wohl keine Farbe in der Seidenfärberei hat von jeher zu so viel Spekulationen Veranlassung gegeben, als die Herstellung des Schwerschwarz, da der Zweck, den man in dem gegebenen Falle zu erreichen beabsichtigt, ein doppelter ist, man will nämlich Schwarzfärben, dann will man aber auch erschweren. Das erstere geschieht durch diejenigen Gerbematerialien, die wie Galläpfel u. s. w. eisenbläuende Gerbsäure enthalten, das zweite, das Erschweren, beruht auf der Eigenschaft der Gerbstoffe, sich leicht und vollständig mit thierischen Stoffen, also auch mit der Seide verbinden zu können. Ebenso wie beim Gerben des Leders die Haut an Masse und Gewicht zunimmt, ebenso wirkt die Gerbsäure auf die Seidenfaser ein, indem sie dieselbe anschwellen, voluminöser und deshalb auch schwerer macht. Je reicher an Gerbsäure das Bad ist, desto schwerer wird bis zu einer gewissen Grenze die Seide werden müssen. Das neuerdings aufgenommene Verfahren des Schwarzfärbens der Seide mit Anilinschwarz ist ebenfalls ein sehr gutes Verfahren.

Eine blaue Färbung wird der Seide mittelst Indig, Berlinerblau, Blauholz und Anilinblau ertheilt. Man wendet seltener die Indigküpe, als den gereinigten schwefelsauren Indig (den abgezogenen Indig) an. Um mit Berlinerblau zu färben, taucht man das Zeug zuerst in ein Gemenge von Wasser, Eisenbeize und Zinnchlorür, wäscht es mit Wasser aus und zieht es durch eine siedendheisse Seifenlösung. Nach dem Auswaschen taucht man es in eine Lösung von Kaliumeisencyanür, die mit etwas Salzsäure angesäuert worden ist. Man erhöht die Schönheit der Farbe, wenn man die gefärbte Seide durch ammoniakhaltiges Wasser zieht. Mittelst Anilinblau ist die Färbung der Seide eine sehr einfache, indem man nur die zu färbende Seide in eine Lösung der Farbstoffe (in Weingeist, Holzgeist oder bei Anwendung von in Wasser löslichem Anilinblau — Wasserblau, Alkaliblau, auch in Wasser) zu bringen und darin zu lassen hat, bis die gewünschte Nüance zum Vorschein gekommen ist. Die rothe Färbung wurde bis auf die neueste Zeit mittelst Safflor (Carthamin), Cochenille und Orseille, namentlich mit französischem Purpur hervorgebracht, gegenwärtig wendet man allgemein hierzu das Fuchsin an. Die Operation

des Färbens ist bei Anwendung von Fuchsin höchst einfach, indem man die Seide in der Lösung der Farbstoffe bis zur Erzielung der gewünschten Nüance verweilen lässt. Das Fuchsin auf Seide ist, was Lebhaftigkeit, Intensität und Reinheit der Farbe betrifft, die schönste aller rothen Farben. Sehr beliebt ist seit einigen Jahren die durch Safranin erzeugte rothe Farbe. Auch Corallin findet zum Rothfärben der Baumwolle gegenwärtig sehr häufig Anwendung. Zu Violett in allen (röthlichen, wie bläulichen) Nüancen wendet man die Anilinviolette (Perkin's Violett, Jodviolett und seit 1873 fast durchweg das Methyl- und Benzylviolett an). Die Orseille findet in der Seidenfärberei ebenfalls häufige Anwendung, obgleich ihr in dem Anilinviolett ein mächtiger Concurrent erwachsen ist. Gelb färbt man am häufigsten durch Wau, zu welchem man, wenn eine ins Orange ziehende Farbe erhalten werden soll, etwas Orlean setzt. Zuweilen erzeugt man auf Seide durch die Einwirkung von Salpetersäure ein Hellgelb durch die Bildung von Martiusgelb oder von Pikrinsäure, das durch die Einwirkung der Alkalien dunkler wird. Um Orangegelb zu erzeugen, zieht man die Seide durch eine alkalische Orleanlösung. Zu ordinärem Grün wird sie mit Wau, Quercitron, Gelbholz, oder mit Pikrinsäure gelb und dann mit Indigcomposition, Indigcarmin oder Anilinblau blau gefärbt; zu solidem Grün färbt man erst mit Eisenbeize blau und dann mit Gelbholz auf verschiedene Weise grün. In neuerer Zeit findet zum Grünfärben der Seide fast nur noch das Anilingrün, besonders das Jodgrün und das Methylgrün Anwendung.

Baumwollfärberei. Man färbt die Baumwolle als Garn oder als Zeug, am häufigsten wohl als Garn. Sie ist weit schwieriger ächt zu färben als Wolle und bedarf eine weit kräftigere Beize. Blau erzeugt man auf Baumwolle vermittelst der Vitriolküpe, Berlinerblan (Chemischblau), Campecheholz und Eisenvitriol, und einer Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak, welches letztere beim Trocknen ein schönes Hellblau giebt. Gelb erzeugt man durch Avignonkörner, Wau, Gelbholz, Quercitronrinde, Orlean, essigsaures Eisenoxydul und Chromgelb, Grün durch Vitriolküpe und Quercitron, Braun durch Eisensalz, Quercitron und Krapp oder durch Manganoxydhydrat. Schwarz färbt man entweder mit Anilinschwarz ächt, oder indem man zuerst in der Vitriolküpe blau grundirt, hierauf mit holzessigsaurem Eisenoxydul anbeizt und dann in einem Bade von Galläpfeln und Blauholz ausfärbt. Die Theerfarben, welche von der Baumwollfaser nicht ohne weiteres aufgenommen werden, lassen sich mit Hülfe einer Beize, am besten einer Lösung von Tannin in Alkohol auf Baumwolle befestigen. Auch das Animalisiren der Baumwollfaser mit Albumin oder Caseïn, wobei vegetabilische Faser gewissermaassen mit einer Schicht Thiersubstanz plattirt und dadurch den Theerfarbstoffen gegenüber der Woll- und Seidenfaser ähnlich gemacht wird, findet Anwendung. Ebenso benutzt man zum Mordanciren der Baumwolle Oelbeize oder auch Schmierseife.

In der Baumwollrothfärberei sind die Krappfarbstoffe (natürliches und künstliches Alizarin) besonders wichtig. Man unterscheidet Ordinärroth und Türkischroth; ersteres wird auf ungeöltem Grunde, letzteres auf Garne oder Gewebe gefärbt, die vorher mit Oelbeizen behandelt worden sind. Das Türkischroth (Adrianopelroth), das nach dem Waschen der Stoffe (Garn oder Gewebe) noch schöner und lebhafter wird, erhält man auf folgende Weise; man unterscheidet folgende vier Operationen: 1) Das Beizen des Garnes mit Oel geht in dem Mistbade, einer Mischung von eigenthümlich saurem Olivenöl (Tournantöl) mit Potasche, Schafkoth und Wasser, und in dem Weiss- oder Hauptölbade, einem Gemisch von Tournantöl, Potasche und Wasser vor sich. Man lässt die Zeuge darauf an der Luft liegen, wodurch ein Theil des Tournantöles, das von der Baumwolle aufgenommen worden ist, sich verändert und dieselbe beizt oder mordancirt. Das nicht verbundene Oel wird durch Potasche- oder Sodalösung entfernt. 2) Das Galliren (Schmacken, Sumachen) wird mit einer Abkochung von Galläpfeln oder Sumach verrichtet; die gallirte Baumwolle in einer mit kohlensaurem Natron neutralisirten Lösung von Alaun durchgearbeitet, getrocknet und nochmals alaunt. 3) Das Ausfärben oder Krappen geschieht mit einer Abkochung von Krapp oder einer Auflösung von künstlichem Alizarin. 4) Das Schönen und Rosiren, wodurch das gefärbte Garn die scharlachrothe Nüance erhält, durch Erhitzen mit Seifenlösung, Zinnchlorür und Salpetersäure. Obgleich die Türkischrothfärberei in Europa schon seit Jahrhunderten eingeführt und vielfach verbessert worden ist, so ist doch in dieser langen Zeit keine genügende Erklärung dieses Processes gegeben worden, und die Theorie derselben noch ziemlich im Dunkeln. Es ist wahrscheinlich, dass durch die Einwirkung des Kothes (der auch durch ein Gemenge von phosphorsauren Salzen mit Leim ersetzt werden kann) das Zeug eine Art von Animalisation erleidet, durch welche dasselbe die Eigenschaft erhält, schönere und glänzendere Farben anzunehmen, als wenn es nur mit mineralischen Substanzen gebeizt worden wäre. Neuere Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass das dabei in grosser Menge angewendete Oel, in Berührung mit der Luft sich zersetzt und mit der animalisirten Faser sich verbindet, vielleicht ebenso wie der Thran mit der thierischen Faser in der Sämischgerberei. Persoz, Jenny u. A. sind der Ansicht, dass das Oel die Hauptrolle bei der Türkischrothfärberei spiele. Trotzdem scheint es, als wenn eine Verbindung von Aluminium-Oleat und Aluminium-Tannat, combinirt mit den entsprechenden Zinnverbindungen die Fixirung der Krappfarbstoffe auf der gewissermaassen gegerbten animalisirten Baumwollfaser begünstige. Das Feuer des Türkischroth rührt nach Wartha (1870) von einer eigenthümlichen Fettsäure-Alizarinverbindung her, welche indessen der Faser nicht stark genug anhaftet und derselben durch Aether und Ligroin entzogen werden kann.

Das Färben der leinenen Zeuge geschieht ähnlich wie bei der Baumwolle, doch ist in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit der Leinfaser die Verwandtschaft derselben zu Farbstoffen weit geringer als die der Baumwollfaser.

Die Zeugdruckerei.

Die Zeugdruckerei hat zum Zweck, auf Baumwoll-, Leinen-, Woll- und Seidenstoffen farbige Muster und zwar durch Drucken hervorzubringen. Der wichtigste Theil desselben ist die Baumwoll- oder Kattundruckerei. Sie beruht auf denselben Principien wie die Färberei, obgleich sie ungleich grössere Schwierigkeiten zu überwinden hat, theils weil eben nur einzelne Stellen Farben annehmen und andere farblos bleiben oder wieder entfärbt werden, theils auch weil häufig mehrere Farben nebeneinander erzeugt werden sollen. Ausserdem handelt es sich um gefällige und geschmackvolle Vertheilung der Farben. Die in dem Kattundruck angewendeten Farben zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich in solche, die vermittelst gravirter Platten direkt auf das Zeug aufgetragen werden (Applications-, Schilder- oder Tafeldruckfarben), und solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe (Kessel- oder Krappfarben) hervorbringt. Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, der Indig, die Cochenille und die meisten Theerfarben, zu den letzteren der Krapp, die Cochenille, das Blauholz, der Wau, der Sumach u. s. w.

Es giebt verschiedene Arten, die Zeuge zu bedrucken. Entweder man bringt

1) die hinlänglich mit einem Verdickungsmittel und der Beize vermischte Farbe auf das Zeug, oder man trägt

2) nur die verdickte Beize auf diejenigen Stellen des Zeuges auf, die Farbe erhalten sollen und zieht darauf das Zeug durch die Farbenbrühe; oder man färbt

3) das ganze Zeug, mit Ausnahme derjenigen Stellen, die eine andere Farbe erhalten sollen; diese Stellen werden mit einer Substanz (Reservage, auch die Schutzpappen gehören hierher) bedeckt, die zu dem Farbstoff der Flotte keine Verwandtschaft hat;

4) endlich kann man farbige Muster dadurch erhalten, dass man das Zeug gleichmässig färbt und dann auf denjenigen Stellen, die anders gefärbt werden sollen, die Farbe wieder wegnimmt; zu diesem Behufe wendet man chemisch wirkende Substanzen, Aetzbeizen, Aetzmittel, Enlevagen, an.

Bei vielen Farben bedarf es der Einwirkung der Wasserdämpfe zur Befestigung der Farben; man nennt solche Farben Dampffarben. Sind die aufgedruckten Farben anorganische Farbstoffe (wie Ultramarin) oder Lacke (wie Krapplack), welche man auf mechanischem Wege (mit Albumin, Caseïn, Kleber) auf dem Gewebe befestigt, so heissen die Farben Körperfarben. In der Zeugdruckerei wendet man leichtlösliche Beizen an,

deren Säure sich leicht von der Base trennt, so dass letztere mit der Faser eine Verbindung eingehen kann. Meist wendet man als Beize essigsaure Thonerde und essigsaures Eisenoxyd an. Seltener findet der Alaun oder eine Auflösung von Thonerde in Natron (Natron-Aluminat) Anwendung. Um chromsaures Blei zu erzeugen, wendet man als Beize essigsaures Blei an; ebenso wendet man bisweilen Zinnverbindungen als Beize an. In neuerer Zeit hat man die Anwendung des Caseïns in seiner Verbindung mit Kalk als Beize vorgeschlagen. Zu diesem Behufe löst man Caseïn in verdünntem Ammoniak auf und vermischt mit dieser Lösung frischen Kalkbrei. Mit der entstehenden Flüssigkeit (Caseïn-Kalk oder Calcium-Caseat) tränkt man das zu färbende Zeug. Durch Erwärmen wird die Verbindung unlöslich und der Stoff ist so vollständig gebeizt, dass derselbe dem Waschen mit alkalischen Flüssigkeiten widersteht. Um die Steifigkeit und Härte des Zeuges zu verhindern, die bei der Anwendung des Caseïn-Kalkes als Beizmittel entsteht, hat man vorgeschlagen, die Verbindung vor der Anwendung mit Tournantöl zu vermischen, und sie dann erst auf das Zeug aufzutragen. Baumwollenes Zeug verhält sich darauf wie Wolle und ist befähigt, dieselben Farben aufzunehmen. Auch das Albumin, der Kleber und die Gerbsäure finden als Mordant in dem Zeugdruck Anwendung. Man giebt den Beizen und Farben vor dem Auftragen eine dickliche Consistenz. Als Verdickungsmittel wendet man Senegalgummi, Dextrin, Mehl, Pfeifenthon mit Senegalgummi, Leim, schwefelsaures Blei an. Von der Beschaffenheit des Verdickungsmittels ist die Güte der Farbe abhängig, am häufigsten wendet man jetzt die geröstete Stärke oder das Leiokom an.

Wie schon erwähnt, trägt man zuweilen gewisse Substanzen vor dem Färben des Zeuges an denjenigen Stellen auf, die weiss bleiben sollen. Man nennt solche Substanzen Reservagen. Gewöhnlich ist die Reservage ein Gemisch, das die Bestimmung hat, das Indigblau zu verhindern, in aufgelöster Form an gewissen Stellen auf das Zeug einzuwirken, so dass dasselbe an den Stellen, wo die Reservage liegt, weiss bleibt, oder mindestens vor der Berührung mit dem Zeug in das Indigblau, mithin in unlösliche Form übergehe. Die Reservagen sind zusammengesetzt aus teiggebenden Substanzen und aus Körpern, die leicht Sauerstoff abgeben, wie Kupfervitriol oder ein Gemenge von rothem Blutlaugensalz und Natronlauge. Häufig setzt man zu den Reservagen zugleich eine Beize für gewisse andere Farben (Thon- oder Eisenbeize), um die Stellen, welche durch die Reservage in der Küpe weiss bleiben, darauf in einer anderen Farbenbrühe (von Krapp und Quercitron) auszufärben. Man nennt diese Art von Druckerei Lapis, in Folge einer entfernten Aehnlichkeit, welche einige dieser Muster mit dem Lasurstein (*Lapis lazuli*) haben.

Die Aetzmittel (Aetzpappen) haben die Bestimmung, auf bereits gefärbten Zeugen auf chemischem Wege weisse Stellen hervorzubringen; dies geschieht entweder durch Auflösen der Beizen (Druck mit Aetzbeizen) oder durch Zerstören der Farben (Enlevagendruck). Um das erstere zu bewerkstelligen, bedient man sich einer Säure, die sich mit der Base verbindet (Phosphorsäure, Arsensäure, Milchsäure, Oxalsäure, Kieselflusssäure); um durch Enlevagendruck Farben zu zerstören, wendet man ozonabgebende Mittel wie Chlorkalk, Chromsäure, ein Gemenge von rothem Blutlaugensalz mit Natronlauge, übermangansaures Kali, Salpetersäure, die sämmtlich Sauerstoff abgebend (oxydirend) wirken, oder Zinnchlorür, Eisen-

vitriol, welche Sauerstoff aufnehmend (reducirend) wirken, an. Eine der am häufigsten angewendeten sauren Aetzbeizen ist die Weinsäure, die besonders zum Auflösen der Thonerde und des Eisenoxydes der Beize angewendet wird. Bisweilen wird sie mit Kaliumbisulfat vermischt angewandt. Ein roth- oder blaugefärbtes Zeug, das an den zu bleichenden Stellen mit einem Gemenge von Weinsäure, Pfeifenthon und Gummi bedeckt worden ist, verliert sogleich an den bedruckten Stellen seine Farbe, wenn es in ein Bad von Chlorkalk getaucht wird. Das Wegbeizen des Indigblaus durch oxydirende Mittel beruht darauf, dass das im Wasser unlösliche Indigblau durch Sauerstoffaufnahme in Isatin übergeht, welches löslich ist und leicht durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann. Man wendet zur Zerstörung des Indigblaus Chromsäure an, die unter Sauerstoffabgabe zu Chromoxyd reducirt wird. In der neueren Zeit hat Mercer vorgeschlagen, zum Bleichen des Indigs in der Zeugdruckerei ein Gemenge von Natron und rothem Blutlaugensalz (Ferridcyankalium) anzuwenden. Von den reducirenden Aetzmitteln ist das wichtigste das Zinnchlorür, das bei mit Eisenoxyd gefärbten Zeugen Anwendung findet. Bringt man Zinnchlorür mit Eisenoxyd zusammen, so bildet sich leicht lösliches Eisenchlorür, das durch Waschen entfernt wird, und unlösliche Zinnsäure, die für Roth und Gelb als Beize dient.

Baumwolldruckerei. Der Druck auf Baumwolle kann geschehen 1) durch Färben aus dem Kessel, 2) durch Tafeldruck, oder 3) durch Aetzdruck.

Bei dem Färben aus dem Kessel (Kessel- oder Krappfarbendruck) trägt man die mit einem Verdickungsmittel verdickte Beize, zu welcher man gewöhnlich ein wenig Farbebrühe (Blende) gesetzt hat, um sie aufgedruckt zu erkennen, vermittelst Dessinformen (Model, Druckmodel) oder vermittelst gravirter Platten oder Walzen auf. Zum Handdruck wendet man einen Drucktisch an, der mit wollenem Zeug, dem Drucktuch, überzogen ist. Auf diesen Tisch wird das Zeug ausgebreitet und auf letzteres mit Druckformen die Beize aufgedruckt. Die Druckformen sind entweder von Holz (Birnbaumholz, Buxbaumholz, Tannenholz) oder bestehen aus Metallstiften und Figuren, die in dem Holz der Form befestigt sind. Erstere heissen Holzformen, letztere Stippelformen; auf den sogenannten gemischten Formen sind breitere Partien der Zeichnung in Holzschnitt, die feineren aber durch Stifte hervorgebracht, die man zwischen jene eintreibt. Damit die Beizen gleichförmig aufgetragen werden, wendet man einen Rahmen (das Chassis), auf welchen man ein Stück weisses Tuch nagelt, und einen Bottich mit der sogenannten falschen Farbe an, der zur Hälfte mit einer dicken Gummilösung oder mit Leinsamenschleim angefüllt ist. Auf dieser Flüssigkeit schwimmt ein mit Wachstuch überspannter Rahmen, der vorher mit Fett überzogen worden ist. Man trägt nun die Beize mittelst einer Bürste oder eines Pinsels auf den Rahmen auf. Auf dieses setzt der Drucker die Form, so dass die erhabenen Stellen Beize aufnehmen, bringt sie dann auf das auf dem Drucktische befindliche Zeug und schlägt mit der Faust oder mit einem hölzernen Hammer auf die Rückseite der Form, damit sich alle Theile der Form vollständig abdrucken. Werden mehrere Beizen auf einmal mittelst besonderen Bürsten auf den Rahmen aufgetragen und dann auf das Zeug gedruckt, so erreicht man die mannichfal-

tigsten Nüancen (den Irisdruck oder Fondudruck). Um das Verfahren beim Druck zu beschleunigen, hat man verschiedene Maschinen in Anwendung gebracht, so z. B. die von Perrot in Rouen im Jahre 1833 erfundene Perrotine; diese Maschine arbeitet mit 3—4 hölzernen, platten Formen (Perrotineformen, Holzmodel, auf welche die Zeichnung in Tafeln, Stereotypplatten ähnlich, aus leichtflüssiger Legirung aus Zinn, Wismuth, Kadmium etc. aufgenagelt wird) von der Breite des Zeuges, welche die Beizen oder Farben erhalten und sie durch solche auf das Zeug abdrucken. Anstatt der Druckplatten wendet man seit längerer Zeit sehr häufig Platten oder Walzen an. Bei den Walzen- oder Rouleauxdruckmaschinen ist das Muster in einen kupfernen Cylinder eingravirt, der durch die Maschine umgedreht wird. Unter demselben befindet sich eine hölzerne mit Tuch überzogene Walze, die zum Theil in die Farbe taucht und den Cylinder mit Farbe speist. Dicht dabei ist ein Abstreichmesser, das von den erhabenen Stellen des Cylinders die überflüssige Farbe entfernt, und sie nur in den Vertiefungen, welche das Dessin darstellen, lässt.

Nach beendigtem Aufdruck der Beizen ist es nothwendig, das Zeug einige Zeit lang ruhen zu lassen, ehe man zum Ausfärben schreitet. Es ist dies namentlich bei Thonerde- und Eisenbeizen nothwendig, damit eine innige Verbindung der Beize mit dem Zeug stattfinden kann. Nach dem Trocknen und Ruhen der Beizen muss das Zeug vor dem Ausfärben von dem Verdickungsmittel, der zum Erkennen angewendeten Blende, hauptsächlich aber von dem unverbundenen Theile der Beize befreit werden. Bei Zeugen aber, die in Krapp ausgefärbt werden sollen, ist die Reinigung der Zeuge im Kühkothbade (das Kühkothen) nothwendig. Gewöhnlich setzt man etwas Kreide zu, um die Essigsäure oder Beizen zu sättigen. Nach dem Behandeln im Kuhkothbad wird das gebeizte Zeug gewaschen und alsdann ausgefärbt. Leicht lösliche Farbstoffe werden in Auflösung angewendet, dies ist der Fall bei der Cochenille, dem Quercitron, dem Wau, dem Safflor u. s. w.; andere, die sich nur schwer in Wasser lösen, wie die Farbstoffe des Krapps, werden ungekleinert als Krapp oder Garancine oder künstliches Alizarin in das Farbebad gebracht. Wenn verschiedene Beizen aufgedruckt worden sind, so versteht es sich von selbst, dass mit einem einzigen Färbebad verschiedene Farben erhalten werden können. So kann man mit Alizarin roth in allen Abstufungen, schwarz, braun und violett färben, wenn essigsaure Thonerde und Eisenbeize, und ein Gemenge beider aufgedruckt wurde. Da die Farbe nur an denjenigen Stellen haftet, an welchen sich Beize befindet, so kann der Farbstoff von dem übrigen Zeug leicht entfernt werden. Letzteres geschieht durch Waschen, Behandeln mit Kleie und Seife, und Auslegen auf den Rasen. Bei mit Krapp oder Alizarin gefärbten Zeugen bleicht man mit einer Lösung von Chlorkalk. Einzelne Farben, denen, so wie sie aus dem Färbebade kommen, der Glanz und die Nüance abgeht, werden geschönt (avivirt). Bei dem Türkischroth geschieht dies durch längere Zeit fortgesetztes Sieden mit einer Lösung von Seife und Zinnchlorid.

Das Verfahren, eingedickte Farben und Beizen gemeinschaftlich aufzutragen, nennt man Tafeldruck, und die dazu angewendeten Farben Applications- oder Tafelfarben, (topische Farben). Man kennt zwei Arten von Tafelfarben, die *eine* Art wird im gelösten Zustand aufgedruckt und geht auf der Faser nach und nach in die unlösliche Form über, die *andere* Art druckt man unlöslich auf und verdickt sie mit plastischen Sub-

stanzen, mit deren Hülfe sie der Faser adhäriren. Zu der letzteren Art gehören die Körperfarben (z. B. der Ultramarindruck). Durch Behandeln der gefärbten Zeuge mit heissem Wasserdampf werden viele Tafelfarben auf Baumwollgeweben fixirt und heller gemacht. Die so erzeugten Farben heissen Dampffarben; ihre Herstellung spielt eine wichtige Rolle im Zeugdruck. Zu diesem Zwecke lässt man die bedruckten Zeuge 2—3 Tage lang trocknen und spannt sie sodann in einem Raume auf, der durch heisse Wasserdämpfe bis auf 100° erhitzt ist. Bei dem Aetzdruck sucht man, wie oben erwähnt, durch Aetzmittel an gewissen Stellen des Zeuges die Farbe wegzunehmen. Die Operation, vermittelst welcher die ganze Oberfläche des Stückes mit Beize bedeckt wird, heisst das Klotzen (Aufklotzen, Grundiren). Dies geschieht, indem man das Zeug mit einer Lösung der Beize imprägnirt und dann durch zwei mit Tuch umwickelte Walzen durchlaufen lässt, wodurch theils das Zeug gleichmässig mit der Beize getränkt, theils von dem Ueberschuss derselben befreit wird. Nachdem die Beize aufgetragen worden ist, wird das Zeug getrocknet. Während die aufgedruckten Aetzbeizen den Zweck haben, das mordancirte Zeug stellenweise von der Beize zu befreien, damit es an diesen Stellen beim Ausfärben keine Farbe annehme, wirken die Enlevagen zerstörend auf die Farbe selbst. Säuren, wie Oxalsäure, Citronensäure, Weinsäure, Milchsäure, Phosphorsäure, Arsensäure, Kieselflusssäure, eben so auch das Zinnchlorid gehören demnach zu den Aetzbeizen, unterchlorige Säure, Chromsäure, Mercer's Liquor und überhaupt die ozonabgebenden Mittel zu den Enlevagen. Für Thonerde- und Eisenbasen bedient man sich folgender Aetzbeizen: für Eisenbasen einer Lösung von Oxalsäure und Weinsäure in Wasser, zu welcher man Citronensaft und gebrannte Stärke und Dextrin als Verdickungsmittel und etwas Lösung von Indig in Schwefelsäure zum Blenden der Aetzbeize setzt; bei Thonerdebasen einer Lösung von zweifach oxalsaurem Kali, Weinstein, Weinsäure und Glaubersalz in Wasser, zu welcher man Kleister als Verdickungsmittel fügt. Der Zweck des Aetzens ist aber nicht allein, die Farben zu zerstören oder weisse Stellen zu erzeugen, sondern auch, bunte andersgefärbte Stellen auf dem gefärbten Zeug hervorzubringen. Letzteres geschieht, indem man zu dem Aetzmittel Farbe setzt; diese Farben müssen, wenn als Aetzmittel Enlevagen von Chlor angewendet werden, unorganische, wie salpetersaures Blei, Berlinerblau u. s. w., sein. Um auf einem einfarbigen Grund gefärbte Aetzungen hervorzubringen, bedient man sich z. B. bei türkischroth gefärbten Zeugen folgenden Verfahrens: Um weiss zu erhalten, trägt man eine Aetzbeize, bestehend aus Weinsäure, Wasser, arabischem Gummi und gerösteter Stärke auf, für blau ein Gemenge von Weinsäure, Berlinerblau, Zinnsalz, Stärke und Wasser, für gelb salpetersaures Bleioxyd, Weinsäure, Stärke und Wasser, für grün ein Gemenge von Gelb und Blau, für schwarz eine mit salpetersaurem Eisenoxyd versetzte concentrirte Abkochung von Blauholz. Wenn man die mit diesen verschiedenen Beizen bedruckten Zeuge durch eine Lösung von Chlorkalk zieht, so wird an den bedruckten Stellen die Farbe des Grundes zerstört, und es nimmt die Farbe der Beize die Stelle derselben ein. Zur Zerstörung der Grundfarbe wendet man auch Chromsäure an, die, indem sie zu Chromoxyd reducirt wird, zur Hervorbringung von braunen Nüancen Veranlassung giebt,

Die Theerfarben in Hinsicht auf Zeugdruck sind fast durchweg Dampffarben. Das Aufdrucken und die Befestigung auf das Zeug geschieht

auf verschiedene Weise, entweder 1) druckt man das verdickte Mordant auf und befestigt es durch Trocknen und Lüften oder durch Dämpfen, und färbt es dann in der Lösung des Theerfarbstoffes (Roth, Violett, Blau) aus; die Farbe haftet dann an den mordancirten Stellen; oder 2) man verdickt das Mordant, welches vorher mit dem Theerfarbstoff versetzt wurde, druckt die Mischung auf, trocknet und dämpft sie. Die als Mordants im Anilindruck angewendeten Substanzen sind bei dem Anilindruck ziemlich zahlreich, zuerst ist hier zu erwähnen das Eiweiss aus Eiern, dann das Blutalbumin, namentlich das unter Mitwirkung von Terpentinöl durch Ozon gebleichte; ferner verschiedene Kleberapparate. Anstatt des Klebers kann man auch anwenden Caseïn entweder in Aetzlauge oder in Essigsäure gelöst, oder Leim oder gerbsauren Leim. Den genannten stickstoffhaltigen Körpern reihen sich an das Tannin, die fetten Oele und gewisse Harze, z. B. Schellack aufgelöst in Alkalien, Borax etc. Anilinschwarz wird erst auf dem Zeuge (mittelst chlorsauren Kalis, Kupferchlorids, Ferridcyanammoniums oder frisch gefällten Schwefelkupfers) hervorgebracht.

Nachdem die Zeuge bedruckt worden sind, beendigt man die Arbeit durch Appretur, die darin besteht, dieselben mittelst einer Stärkelösung zu tränken, wodurch die Zeuge mehr Festigkeit erhalten, sie darauf zu trocknen, zusammenzulegen und zu pressen. Bei der Appretur der Möbelkattune setzt man der Stärkelösung weisses Wachs zu. Um gedruckten Mousselinen den beliebten sammetähnlichen Angriff zu geben, setzt man der Stärke während des Kochens mit Wasser, eine kleine Menge Walrath zu.

Das Bedrucken von Leinwand beschränkt sich auf die Darstellung indigblauer Farbentücher mit hellblauen oder weissen Figuren oder ähnlicher einfacher Artikel. Bei dem Wollzeugdruck wendet man vorzugsweise den Tafeldruck und den Druck auf vorher mit einem Zinnchloridbade behandelte Zeuge an. Die Fixirung der Farben geschieht mittelst Dampf. Man unterscheidet ausserdem bei der Wolldruckerei 1) die Golgasdruckerei und 2) die Berilldruckerei. Bei der ersteren, die jetzt nur noch selten angewendet wird, beizt man den Golgas, ein leichtes flanellartiges Gewebe, mit Alaun und Weinstein und presst denselben darauf zwischen hölzernen oder bleiernen Formen (Golgasformen), die nur so weit durchbrochen sind, als die Farbe hindurch und in das Zeug eindringen soll, daher zu jedem Stück Zeug zwei Formplatten erforderlich sind. Die Farbenbrühen werden durch die Oeffnungen der Form eingegossen. Der Theil, der nicht mit der Wollfaser in Verbindung tritt, läuft hindurch und wird in einem untergestellten Gefässe angesammelt. Die Erzeugung des Musters kommt daher bei dem Golgasdruck darauf zurück, dass man die dem Muster entsprechenden Theile des Wollstoffs durch Pressung verhindert, die Farbe aufzunehmen. — Bei der Berilldruckerei druckt man die mit Stärke verdickten Tafelfarben mittelst messingener Formen auf leichte Flanelle heiss auf und entfernt das Verdickungsmittel nicht. Man erhält so farbige erhabene Muster. Das Verfahren bei der Seidendruckerei ist im Allgemeinen dasselbe wie bei dem Baumwolldruck. Entweder druckt man Tafelfarben auf, die man mit Wasserdämpfen befestigt, oder man druckt verschiedene Beizen auf und färbt dann in der Farbenbrühe aus. Eine eigenthümliche Art der Seidendruckerei gründet sich auf die Eigenschaft der Salpetersäure, seidene und wollene Stoffe dauernd gelb zu färben, die meisten Farbstoffe zu zerstören, auf Harze und Fette aber erst nach längerer Zeit

einzuwirken. Man nennt diese Art der Druckerei Mandarinage und die auf diese Weise bedruckten Zeuge Mandarins. Um mit Salpetersäure auf den mit Indig gefärbten Grund gelb zu ätzen, druckt man auf das seidene Zeug eine Reservage aus Harz und Fett auf, taucht es sodann 2—3 Minuten lang in ein bis auf 50^{0} erwärmtes saures Bad aus 1 Th. Wasser und 2 Th. Salpetersäure und bringt es darauf in fliessendes Wasser. Nach dieser Operation lässt man das Zeug in einer mit Potasche versetzten Seifenlösung sieden. Die nicht reservirten Stellen sind gelb. — Bei dem Bandanasdruck, durch welchen man auf ächt krapproth gefärbten Taschentüchern weissgeätzte Figuren erzeugt, werden die Stoffe ähnlich wie bei dem Golgasdruck zwischen zwei bleierne, mit Ausschnitten versehene Platten gepresst. Eine mit etwas Schwefelsäure versetzte Lösung von Chlorkalk dringt an jenen Stellen in das Zeug ein, welche den Ausschnitten entsprechen und nimmt daselbst das Roth hinweg. Auf gleiche Weise werden die geätzten Stellen z. B. gelb gefärbt, indem man eine Lösung von Bleiacetat und sodann eine Lösung von Kaliumchromat hindurchtreibt.

VII. Abschnitt.

Die Beleuchtung.

Von der grossen Anzahl von Körpern, welche bei höheren Temperaturen, sei es in Folge von Verbrennung, sei es einfach durch Erglühen, dauernd Licht entwickeln, sind es nur weuige, die geeignet sind, als **Leuchtmaterialien** (Leuchtstoffe) angewendet zu werden. Nur eine kleine Anzahl erfüllt die Bedingungen, unter denen eine Verwendung als Beleuchtungsmittel möglich oder vortheilhaft ist; diese Bedingungen sind:

1) dass der Körper beim Verbrennen Wärme in hinreichender Menge entwickle, um fortbrennen zu können; 2) dass, wenn der fragliche Körper ein starrer ist, er vor der Verbrennung Gas- oder Dampfgestalt annehme, da sonst die zu Beleuchtungszwecken unerlässliche Lichterscheinung, die wir Flamme nennen, nicht stattfindet; 3) dass der verbrennende Körper in der Flamme feste Körper oder Dämpfe von grosser Dichte ausscheide, da nur hierdurch das Leuchtvermögen der Flamme bedingt ist; 4) dass derselbe selbst oder das Rohmaterial, welches zu dessen Herstellung dient, in der Natur in grösserer Menge aufgespeichert und mit geringen Kosten zu beschaffen sei; 5) dass die Produkte der Verbrennung gasförmig und ohne schädlichen Einfluss auf die Gesundheit und das Leben der Geschöpfe seien. Eine jede Anhäufung von grösseren Mengen von Wärme ertheilt einem Körper die Eigenschaft, Licht auszustrahlen; bei den festen und flüssigen Körpern, deren Moleküle dichter aneinander gelagert sind, bemerkt man daher im höheren Grade das Vermögen, beim Erhitzen Licht auszustrahlen, als bei den gas- und dampfförmigen Körpern. Bei etwa 500—600° zeigt ein fester Körper die Eigenschaft des Rothglühens, bei ungefähr 1000° die des Weissglühens, ein gasförmiger Körper, bis auf die genannten Temperaturen erhitzt, leuchtet dagegen nur äusserst schwach. Damit ein gasförmiger Körper, und nur ein solcher kann, wie oben erwähnt, zu Beleuchtungszwecken Anwendung finden, leuchte, ist es nöthig, dass bei seiner Verbrennung entweder Dämpfe höherer Kohlenwasserstoffverbindungen (z. B. Dämpfe von Benzol, Acetylen, Naphtalin, Anthracen etc.) vorhanden seien, welche glühen und die Lichtentwickelung bewirken, oder ein starrer Körper in die an sich nicht mit

Leuchtkraft begabte Flamme hineingebracht werde und darin ins Glühen gelange, so z. B. eine Spirale von Platindraht in einer Wasserstoffgasflamme, ein Kalk- oder Magnesiacylinder in dem Knallgasgebläse, an der Luft oder im Sauerstoff, zu Magnesia verbrennendes Magnesium (Magnesiumlicht) etc. Wenn wir von den letztgenannten Arten der Beleuchtung (dem Platingas, dem Kalk- und dem Magnesiumlicht), welchen ohne Zweifel eine grosse Zukunft bevorsteht, und von der Beleuchtung auf elektrischem Wege vorläufig absehen, und nur diejenige Leuchtart, bei welcher die Lichtausstrahlung der Flamme eine Folge ist von in der Flamme vorhandenen dichten Kohlenwasserstoffdämpfen, ins Auge fassen, so folgt *a priori*, dass alle Körper, die als Leuchtmaterialien Anwendung finden sollen, Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff enthalten müssen. Und diese Kohlenwasserstoffe finden sich auch in der That in allen Substanzen, die entweder als Beleuchtungsstoffe selbst oder zu deren Fabrikation Benutzung finden, so in dem Talg, dem Palmöl und der daraus dargestellten Stearin- und Palmitinsäure, dem Wachs, dem Walrath, dem Paraffin, dem Rüböl, dem Solaröl, dem Photogen und dem Petroleum, dem Camphin, ferner in der Steinkohle, den bituminösen Schiefern wie der Bogheadkohle, dem Holz, den Fetten und den Harzen.

Jeder flüssige und feste Körper, der sich bei einer Temperatur verflüchtigt oder unter Zersetzung vergast, welche geringer als die zur Verbrennung erforderliche ist, kann begreiflicherweise nur als Gas brennen. Die dabei wahrzunehmende Lichterscheinung nennt man die Flamme. Dieselbe erlangt ihre bekannte Form durch den Druck der sie umgebenden Luft, indem letztere als gasförmiger und durch die Wärme leichter gewordener Körper verdrängt und zum Aufsteigen veranlasst wird. Das Leuchtmaterial wird, wenn es aus geschmolzener Paraffin- oder Stearinsäure oder aus Oel (Rüböl oder auch Petroleum) besteht, in den freien Zwischenräumen des Dochtes wie von Capillarröhren in die Höhe gezogen und in der Nähe der Flamme in gasige und dampfförmige Produkte zersetzt, deren Natur im Wesentlichen mit der des gereinigten Leuchtgases übereinstimmt.

Die ersten und wichtigsten Aufklärungen über die Natur der Flamme und das Leuchten derselben, namentlich über die Ursache ihrer ungleichen Lichtstärke verdanken wir H. Davy. In neuerer Zeit haben wieder mehrere Chemiker ihre Aufmerksamkeit dem Studium der Flamme zugewendet, und die Arbeiten von Hilgard, H. Landolt, R. Blochmann, Kersten und besonders die von H. Deville, Volger, Lunge, Frankland, W. Stein u. A. haben unsere Kenntnisse hinsichtlich der Natur des Leuchtens der Flamme nicht unwesentlich erweitert. Die genaue Betrachtung einer Flamme lässt darin drei Theile unterscheiden, nämlich 1) einen äusseren, leuchtenden Mantel, den sogenannten Schleier, 2) einen mittleren, glühenden Kern und 3) einen innersten und untersten Theil, in welchem letzteren die Vorwärmung der zur Verbrennung gelangenden gasigen Körper erfolgt. Die gewöhnliche Annahme über die Natur des Leuchtens der Flamme ging bis auf die neueste Zeit dahin, dass aus den Kohlenwasserstoffen, welche die Flamme bilden, durch die hohe Temperatur und durch den von aussen eindringenden atmosphärischen Sauerstoff, welcher sich vorzugsweise mit dem Wasserstoff verbinde, der Kohlenstoff abgeschieden werde und durch sein Erglühen in der Wasserstoffflamme dieselbe leuchtend mache. Durch die oben erwähnten Arbeiten, namentlich die von Hilgard, welcher mit einer Kerzenflamme operirte und von Landolt und H. Deville, welche die Natur des

Leuchtens der Gasflamme zum Gegenstand des Studiums machten, erfahren wir, wie schnell die atmosphärische Luft mit den Verbrennungsprodukten durch die Flamme diffundirt und wie im Innern derselben die brennbaren Gase abnehmen, die Verbrennungsprodukte aber zunehmen. Alle diese Untersuchungen sind jedoch noch nicht zur Erklärung vieler der gewöhnlichsten Erscheinungen bei leuchtenden Flammen hinreichend. Man ist z. B. noch keineswegs im Klaren über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung eines Leuchtstoffes und seinem Leuchtwerthe, sodass die Gasanalysen, welche zum Zwecke der Werthbestimmung des Leuchtgases gegenwärtig häufig ausgeführt werden, immer noch wenig Aufklärung in dieser Hinsicht geben. Das, was man über die Natur der Flamme weiss, ist eine Folge der Untersuchung O. Kersten's, welche die zuerst von O. L. Erdmann (in Leipzig) ausgesprochene Ansicht bestätigte, dass bei der Verbrennung des Leuchtgases der Sauerstoff zunächst und vorzugsweise an den freien, in der Flamme suspendirten und die Leuchtkraft bedingenden Kohlenstoff tritt und nicht zunächst an den Wasserstoff. O. Kersten neigt sich über die Natur der leuchtenden Flamme folgender Ansicht zu: Die Verbrennung findet nicht im Innern, sondern nur in dem Schleier und in dem Theile des leuchtenden Mantels, der ihnen zunächst liegt, statt, denn es kann nicht angenommen werden, dass durch eine Schicht glühenden Wasserstoffs und Kohlenstoffs eine Spur Sauerstoff eindringen könne; die im Innern wahrgenommenen Verbrennungsprodukte sind nicht dort entstanden, sondern nur durch Diffusion dahin gelangt. Die Gesammthitze der Flamme rührt mithin vom Schleier der Verbrennungszone her. Die Temperatur des Innern der Flamme und des Mantels nimmt natürlich nach oben stark zu, und daher ist der leuchtende Theil, in welchem der Kohlenstoff durch die Hitze ausgeschieden wird, unten eine dünne Hülle des dunklen Kegels, weiter oben aber, wie die Temperatur, bei welcher die Kohlenwasserstoffgase in ihre Bestandtheile sich spalten, sich bis in die Mitte erstreckt, erfüllt er das gesammte Innere, weshalb man hier eine massive leuchtende Flamme hat. Indem dann der freie Kohlenstoff dem sauerstoffreichen Schleier sich nähert, verbrennt er zu Kohlensäure, und hauptsächlich während dieser Verbrennung leuchtet er, und zwar um so mehr, je lebhafter sie ist. In dem Schleier verbrennt mithin zuerst Kohlenoxyd und Wasserstoff zugleich; dass dieser Schleier am unteren Theile noch keinen leuchtenden Mantel bildet, erklärt sich daraus, dass die Masse der inneren Gase noch zu kalt ist, als dass eine Abscheidung von Kohlenwasserstoffen möglich wäre. Das Nichtleuchten einer Flamme, selbst der von reinem ölbildenden Gase, in Folge zu geringer Ausdehnung der hohen Schleiertemperatur lässt sich wahrnehmen, wenn man eine Gasflamme möglichst klein macht; in diesem Falle findet Verbrennung im Ganzen statt, ehe eine Zersetzung vor sich gehen konnte, wie im unteren blauen Theile einer leuchtenden Flamme. Das Leuchten beruht demnach auf der Zusammensetzung des Gases vor der Verbrennung und keineswegs auf einer Späterverbrennung des Kohlenstoffs. Die Gestalt der Flamme und ihrer Theile und alle ihre Eigenthümlichkeiten erklären sich somit ungezwungen. Bei der Gasflamme hat man seither angenommen, dass es die in derselben momentan ausgeschiedenen glühenden Kohlenpartikeln seien, welche das Licht geben; es dürften aber hier nach Frankland's Untersuchungen (1867) die dichten Dämpfe der höheren Kohlenwasserstoffverbindungen sein und nicht der feste Kohlenstoff. Wir haben im Gase Verbindungen von sehr hoher

Dichtigkeit, die als Dämpfe ebenso wie z. B. der Arsendampf im Stande sind, die Flamme leuchtend zu machen; es gehören dahin die Dämpfe des Benzols, Naphtalins und sicher vieler anderer Bestandtheile, die wir auch im Gastheer finden; diese Dämpfe halten sich in der Flamme unzersetzt, bis sie den äusseren Mantel derselben erreichen und dann in Berührung mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft verbrennen. Man pflegt als Beweis für die bisherige Ansicht, dass es der glühende feste Kohlenstoff sei, der in der Flamme leuchte, gewöhnlich den Umstand anzuführen, dass sich der Kohlenstoff auf einem Stücke Porcellan, welches man in die Flamme bringt, auffangen lässt. Es ist aber nicht nachgewiesen, dass das reiner Kohlenstoff ist. Im Gegentheil, wenn man den Niederschlag untersucht, so findet man, dass er immer Wasserstoff enthält, und der Chemiker weiss recht gut, dass, wenn er reinen Kohlenstoff haben will, er den Russ noch lange glühen muss, um den Wasserstoff zu entfernen. Ja, er wendet sogar Chlor zu diesem Zwecke an, indem er Chlorgas über die Masse leitet, während sie in einer Röhre sich im weissglühenden Zustande befindet. Der Russ ist wahrscheinlich weiter nichts als ein Conglomerat der dichtesten lichtgebenden Kohlenwasserstoffverbindungen, deren Dämpfe sich an der kalten Fläche des eingebrachten Porcellankörpers condensiren. Wie könnte auch eine Flamme so durchsichtig sein, als sie wirklich ist, wenn sie mit festen Kohlenstoffpartikeln angefüllt wäre? Oder wie könnte es für die photometrische Lichtmessung gleichgültig sein, ob man eine Flamme auf die flache oder auf die schmale Seite einstellt, wenn es die festen Kohlenpartikeln wären, welche das Licht geben? Es mag sein, dass in geringem Grade auch eine Zersetzung der Kohlenwasserstoffe und eine Ausscheidung festen Kohlenstoffes stattfindet; in der Hauptsache aber sind es nach Frankland die sehr dichten brennenden Kohlenwasserstoffdämpfe selbst, welchen die Gasflamme ihre Leuchtkraft verdankt, eine Ansicht, die von W. Stein (1873) nicht getheilt wird. Dass die Temperatur der Flamme auf die Leuchtkraft derselben zugleich einen gewissen Einfluss übt, versteht sich von selbst. Auch nach den Untersuchungen von H. Deville (1869) hängt der Grad der Leuchtkraft einer Flamme mit der Dichtigkeit der Dämpfe darin, innig zusammen. Die Dissociation scheint auf das Verhalten der Flamme nicht ohne Einfluss zu sein.

Unter den gewöhnlich stattfindenden Verhältnissen gehört es zur Zusammensetzung eines Leuchtmaterials, welches bei ruhiger Luft leuchten, aber nicht russen soll, dass es auf 6 Gewichtstheile Kohlenstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthalte, wie es ungefähr bei dem ölbildenden Gase, dem Paraffin, dem Wachse und der Stearinsäure der Fall ist. Terpentinöl schon, welches auf 1 Th. Wasserstoff 7,5 Th. Kohlenstoff enthält, verbrennt mit russender Flamme, in weit höherem Grade ist dies bei dem Benzol der Fall, das aus 1 Th. Wasserstoff und 12 Th. Kohlenstoff besteht, oder gar dem Naphtalin, in welchem das Verhältniss wie 1 : 15 ist. Soll der überschüssige Kohlenstoff, der sich als Russ ausscheidet, verbrennen, so kann dies nur durch vermehrte Luftzufuhr geschehen, wie es z. B. der Fall ist bei den Lampen durch Aufsetzen eines Glascylinders. Flammen, die keine Kohle ausscheiden, wie die des Grubengases und des Alkohols, brennen nur wenig leuchtend. Die Leuchtkraft eines leuchtenden Gases wird sofort vernichtet, wenn man demselben atmosphärische Luft zumischt, wie es z. B. in den Gasbrennern zu Heizungszwecken in den chemischen Laboratorien geschieht, oder wenn man es mit indifferenten Gasen oder Dämpfen mengt. Den entgegengesetzten

Effect erreicht man, wenn man Leuchtgas unmittelbar vor seiner Verbrennung mit Sauerstoff mischt, wobei das Gas mit überaus glänzendem Lichte verbrennt. Die Technik ist gegenwärtig in Deutschland bemüht, diese Lichterscheinung für Beleuchtungszwecke auszubeuten.

Die Beleuchtung findet statt

I. vermittelst bei gewöhnlicher Temperatur starrer Substanzen, die in Kerzenform zur Anwendung kommen, hierher gehören der Talg, die Stearin- und Palmitinsäure, das Wachs, der Walrath und das Paraffin;

II. vermittelst flüssiger Substanzen, welche vorzugsweise zur Lampenbeleuchtung dienen, welche wieder zerfallen

a) in nichtflüchtige Oele, wie Rapsöl, Olivenöl und Thran;

b) in flüchtige Oele; letztere sind entweder

α) ätherische Oele, wie das Camphin (gereinigtes Terpentinöl), oder

β) durch Verarbeitung von Theer (aus Torf, Braunkohle, Blätterschiefer, Bogheadkohle) erhaltene Mineralöle, die Gemenge von flüssigen Kohlenwasserstoffen sind und unter dem Namen Solaröl, Photogen, Ligroïn, Kerosin im Handel sich finden, oder endlich

γ) das von der Natur gelieferte Petroleum, welches im raffinirten Zustande als Leuchtstoff verwendet wird;

III. vermittelst gasförmiger Substanzen, welche entweder durch trockene Destillation von Steinkohle, bituminösem Schiefer, Torf, Holz, Petroleumrückständen, Harzen und Fetten sich bilden, welche bei hoher Temperatur in einen festen, kohlenreichen Rückstand, in Theer und in Gase zerlegt werden, oder auch wie das Wassergas aus Kohle und Wasserdämpfen entstehen.

Bei den gasförmigen Leuchtstoffen wird der lichtentwickelnde Körper entweder

a) von der Flamme selbst geliefert, wie bei dem gewöhnlichen Leuchtgas, oder

b) von aussen hinzugebracht, wie bei dem sogenannten Platingas durch Platindraht, bei dem Kalklicht durch Kalk, bei dem Magnesia- und Zirkonlicht durch einen Cylinder aus Magnesia oder Zirkonerde, oder endlich durch flüssige oder feste Kohlenwasserstoffe (Carburiren des Gases).

I. *Beleuchtung mittelst Kerzen.*

Sieht man von den Kienspänen ab, deren man sich in armen Gegenden zur Beleuchtung bedient, so ist die Kerze die einzige Form, unter welcher feste Leuchtstoffe Anwendung finden. Die Kerze besteht aus dem cylindrisch geformten Leuchtmaterial (Stearinsäure, Paraffin, Talg, Wachs), in dessen Mitte nach Längenaxe der Baumwolldocht sich befindet. Die Stärke des Dochtes muss im richtigen Verhältnisse zum Durchmesser der Kerze stehen.

1) Die Fabrikation der Stearinkerzen. Das Rohmaterial der Stearinkerzenfabrikation ist gegenwärtig Palmöl und

Talg. Die Herstellung der Stearinkerzen zerfällt in zwei Hauptarbeiten, nämlich

α) in die Darstellung der Fettsäuren. Diese kann geschehen durch Verseifung mit Kalk, mit Schwefelsäure und darauf folgende Destillation, mit Wasser und Hochdruck, und mittelst überhitzter Wasserdämpfe und nachfolgende Destillation.

Verseifung der Fette mit Kalk. Als Fettsubstanz wendet man an Rinds- oder Hammeltalg und Palmöl. Der Hammeltalg enthält grössere Mengen fester Fettsäuren und lässt sich auch leichter verarbeiten, der Rindstalg dagegen ist wohlfeiler zu erlangen. Der aus Russland in grosser Menge kommende Talg ist gewöhnlich ein Gemisch von Rindstalg mit Hammeltalg. Seitdem das Palmöl in grosser Menge und zu billigen Preisen nach Europa gelangt, ist in vielen Stearinkerzenfabriken das Palmöl die Hauptfettsubstanz geworden. Das Stearin ist Tristearin, ein Glycerid, aus $C_{57}H_{110}O_6$ bestehend; ebenso ist das Palmitin Tripalmitin $C_{51}H_{98}O_6$ und Oleïn Trioleïn $C_{57}H_{104}O_6$. Während der Verseifung mit Kalkmilch bilden sich die Kalksalze der drei Fettsäuren, der Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure, und das Glycerin wird abgeschieden. Zunächst wird der Talg in mit Bleiblech ausgefütterten Holzbottichen geschmolzen. Nachdem aller Talg geschmolzen ist, beginnt man nach und nach unter beständigem Umrühren Kalkmilch zuzusetzen (= 14 Proc. vom Gewicht des Talges). Nach 6 bis 8stündigem Erhitzen ist die Bildung der Kalkseife vollständig erfolgt. Von der harten krümeligen Kalkseife wird die gelbliche Clycerinlösung abgezapft und dann auf Glycerin verarbeitet. Die Kalkseife wird nun mittelst Schwefelsäure zersetzt, die man entweder im concentrirten Zustande oder als Kammersäure anwendet. Das Quantum der zur Zersetzung der Kalkseife erforderlichen Schwefelsäure beträgt auf 500 Kilogr. Talg und 70 Kilogr. Kalk 137 Kilogr. Die Schwefelsäure wird mit Wasser bis auf 12° B. verdünnt, mit der Kalkseife in dem Zersetzungsbottich zusammengebracht, durch eingeleiteten Dampf erwärmt und drei Stunden lang gerührt. Nachdem die Fettsäuren sich abgeschieden haben, hemmt man die Dampfzufuhr und lässt die Flüssigkeit einige Zeit ruhen, wodurch sich die geschmolzenen fetten Säuren auf der Oberfläche ansammeln und ein grosser Theil des entstandenen Gypses am Boden des Bottichs sich abscheidet. Die geschmolzenen fetten Säuren werden in eine mit Blei ausgefütterte Kufe abgelassen oder übergeschöpft und unter gleichzeitiger Mitwirkung von Wasserdämpfen mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit Wasser gewaschen. Nachdem die fetten Säuren so vollständig als möglich von Kalk, Gyps und Schwefelsäure befreit worden sind, erhält man dieselben einige Zeit im geschmolzenen Zustande, um dem Wasser Gelegenheit zu geben, sich vollständig abzuscheiden; hierauf lässt man die fetten Säuren erstarren und presst dann den nicht fest gewordenen Theil, wesentlich aus Oelsäure bestehend, in starken hydraulischen Pressen, erst in der Kälte, dann unter Mitwirkung der Wärme aus. Nach vollständigem Erstarren der Masse in den Formen schreitet man zur Trennung der festen und flüssigen Fettsäuren. Dies geschieht durch Pressen und zwar zunächst durch kaltes Pressen und hierauf durch warmes Pressen. Behufs des kalten Pressens stürzt man die Form auf das Presstuch, ein grobes sackförmiges Gewebe aus Rosshaar, schlägt die braungelben Fettbrote

in dasselbe ein, schichtet die gefüllten Presssäcke zwischen Eisen- oder Zinkplatten auf den Presstisch einer gewöhnlichen hydraulischen Presse. Die abfliessende Oelsäure wird von Sammeltrichtern, die unter dem Presstische sich befinden, aufgenommen und in ein Reservoir geführt. Sie findet Anwendung zur Seifenbereitung und zum Einfetten der Wolle. Wenn die vertikale hydraulische Presse keine Oelsäure mehr giebt, schreitet man zum warmen Pressen. Hierzu dienen allgemein liegende oder horizontale hydraulische Pressen, deren Construktion seit der Gründung der Stearinkerzenindustrie mehrfach abgeändert worden ist. Anfänglich bestanden sie aus dem Presscylinder und aus gusseisernen Platten, welche man bei jeder Operation in siedendes Wasser tauchte und hierauf zwischen die Fettsäurebrote brachte. Dieses Verfahren nahm viel Arbeit in Anspruch. Später wurde das Erwärmen in der Art bewerkstelligt, dass man um den die Fettbrote enthaltenden Trog eine doppelte Wand anbrachte, in welche man Dampf leitete. Häufig befolgt man in den Fabriken beide vereinigte Methoden, aber anstatt die gusseisernen Platten bei jeder Operation behufs des Erwärmens herauszunehmen, bleiben sie immer in der Presse; sie sind hohl und werden durch Dampf geheizt. Die einzelnen Sorten der durch das Warmpressen erhaltenen festen fetten Säuren werden nun der Läuterung unterworfen. Dies geschieht, indem man dieselben mit Dampf mit sehr verdünnter Schwefelsäure (von 3^0 B.) in mit Blei ausgefütterten Waschbottichen schmilzt und dieselbe Operation auf reinem Wasser 2—3mal wiederholt, bis alle Schwefelsäure ausgewaschen ist, hierauf erhält man sie längere Zeit im geschmolzenen Zustande, bis sich alles Wasser abgeschieden hat und giesst sie endlich in Formen.

De Milly hat das Verfahren des Verseifens der Fette durch Kalk wesentlich abgeändert. Er hatte nämlich gefunden, dass die Menge des zur Verseifung erforderlichen Kalkes, welche er in seiner Fabrik schon längst von 14 Proc. auf 8 oder 9 Proc. des Talggewichtes vermindert hatte, sich noch auf die Hälfte, also auf 4, ja selbst auf 2 Proc. verringern lasse, vorausgesetzt, dass man die Mischung von Kalk, Wasser und Fett einer höheren Temperatur als bisher aussetzt. Dieses Verfahren ist ein sehr vortheilhaftes, da die Menge der zur Zersetzung der Kalkseife erforderlichen Schwefelsäure beträchtlich vermindert wird.

Die Verseifung mit Schwefelsäure und darauf folgende Dampfdestillation. Dieses Verfahren, wie es heutzutage ausgeführt wird, zerfällt in folgende drei Phasen:

α) in die Verseifung mit Schwefelsäure,
β) in die Zersetzung der Produkte der Schwefelsäureverseifung,
γ) in die Destillation der Fettkörper.

α) Die Verseifung mit Schwefelsäure. Da die meisten der Fettmaterialien, die man bei der Schwefelsäureverseifung verwendet, im hohen Grade verunreinigt sind, so werden dieselben zunächst umgeschmolzen und absetzen gelassen. Die so gereinigten Fette kommen nun in den zur Verseifung dienenden Kessel aus starkem Schwarzblech und mit Blei überkleidet, der mit einem Rührapparat versehen ist und durch Einleiten von Dampf zwischen doppelte Boden erwärmt werden kann. In diesen Kessel bringt man die Schwefelsäure von 66^0 B., etwa 9 Proc. vom Gewicht des Fettes. Nachdem das Fett zugegeben worden ist, setzt man den Rührapparat in Bewegung und beginnt nun die Erhitzung durch Einleiten von Wasserdämpfen in den doppelten Boden des Kessels. Die Temperatur, bis zu welcher man

erhitzt, ist verschieden; gewöhnlich aber eine Temperatur von 110—115° selten überschritten. Während des Erhitzens bläht sich die Masse auf, färbt sich braun und entwickelt reichlich schweflige Säure, welche letztere sich durch die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf einen Theil des Glycerins, theils aber auch aus den verunreinigenden Körpern sich bildet. Das neutrale Fett geht hierbei in ein Gemenge der Sulfofettsäure mit Sulfoglycerinsäure über. Nach 15—20stündigem Erwärmen und Rühren ist der Verseifungsprocess beendigt. β) Die Zersetzung der Produkte der Schwefelsäureverseifung. Nach vollendeter Verseifung schreitet man zur Zersetzung der Sulfofettsäure. Zu dem Ende lässt man die Masse 3—4 Stunden lang abkühlen und dann in grosse mit Bleiblech ausgekleidete Holzbottiche laufen, die zum dritten Theile mit Wasser angefüllt sind. In den Bottichen liegen Dampfröhren, welche das Gemisch bald auf eine Temperatur von 100° bringen. Hierbei wird die Verbindung der Schwefelsäure mit der Fettsäure zerlegt und letztere theils mit einem grösseren Gehalt an Wasserstoff und Sauerstoff als die fetten Säuren, aus denen sie sich gebildet, theils aber auch unverändert ausgeschieden und schwimmt oben auf. Die geklärten fetten Säuren werden in einer flachen Pfanne mit abgehendem Feuer erwärmt, bis alles Wasser daraus entfernt ist, hierauf werden sie der Destillation unterworfen. γ) Die Destillation der fetten Säuren erfordert die Beobachtung verschiedener Vorsichtsmaassregeln; wollte man über freiem Feuer destilliren, so würden sich die fetten Säuren zum grossen Theile unter Hinterlassung eines reichlichen Kohlenrückstandes und unter Theerbildung und Entwickelung grosser Mengen brennbarer Gase zersetzen. Wenn man aber die Temperatur regelt, dadurch, dass man das Fett vor der Einwirkung des freien Feuers bewahrt, namentlich die atmosphärische Luft aus den Destillirapparaten vollständigst verbannt, so geht die Destillation regelmässig vor sich und die Fettsäuren sublimiren grösstentheils unverändert. Man erfüllt diese Bedingungen durch Anwendung überhitzter Wasserdämpfe von 250 bis 350°. Die Fettsäuren kommen in eine geräumige Retorte, die in einer Oeffnung einer Mauer sich befindet. Mit der Retorte communicirt einestheils ein Rohr, welches den überhitzten Wasserdampf zuführt, anderntheils ein gewöhnliches Kühlrohr. Die ersten Produkte der Destillation des mit Schwefelsäure verseiften Palmöles sind so fest, dass durch Pressen keine flüssige Säure mehr ausgepresst werden kann; sie können sofort zur Kerzenfabrikation Verwendung finden; die späteren Produkte verwandelt man durch Umschmelzen in Fettsäurebrote, presst dieselben unter der hydraulischen Presse aus und schmilzt sie auf Wasser um. Die abgepressten flüssigen Produkte benutzt man zur Seifenfabrikation oder als Küchenlampenöl. Die hierbei erhaltene Oelsäure ist wesentlich von der bei der Kalkverseifung erhaltenen verschieden.

Neben den Alkalien und Säuren ist in dem verwichenen Jahrzehnt ein neues Agens zur Spaltung der neutralen Fette in Glycerin und in Fettsäuren zur Anwendung gekommen. Dieses Agens ist einfach durch Hochdruck überhitztes Wasser. An diese Verseifungsart schliesst sich die mit überhitzten Wasserdämpfen an, welche gegenwärtig in England von der Compagnie Price im grössten Maassstabe angewendet und ausgebeutet wird.

β) Darstellung der Kerzen. Ein sehr wichtiger Theil

einer Stearinkerze, wie einer Kerze überhaupt, ist der Docht, in dessen engen Zwischenräumen das durch die Wärme der Flamme geschmolzene Leuchtmaterial in dem Grade aufgesaugt wird, als es die Flamme consumirt. Der Docht muss mithin aus porösen Substanzen bestehen und ausserdem muss er auch — wenigstens bei Kerzen, nicht immer bei Lampen — verbrennlich sein.

In Bezug auf die gute Beschaffenheit der Dochte ist es wesentlich, dass sie aus gleichförmig dickem und rein gesponnenem Garn bestehen, damit der Docht selbst überall gleich dick sei und keine nicht eingesponnenen Fäden (sogenannte Räuber oder Neider) von ihm abstehen. Je reiner und gleichförmiger die Dochte in ihrer ganzen Länge sind, desto gleichmässiger geht in Folge der gleichförmigen Capillarwirkung, genügende Reinheit des Leuchtmaterials vorausgesetzt, das Emporsteigen der Fettsubstanz, mithin auch ein gleichförmiges Verbrennen der Länge nach vor sich. Früher und gegenwärtig auch noch häufig bei Talg- und Wachskerzen war der Docht gedreht, d. h. die einzelnen Baumwollfäden lagen, eine steile Schraubenlinie beschreibend, neben einander. Gegenwärtig bedient man sich der geflochtenen Dochte, wodurch der Kerze der Beistand der Lichtscheere entbehrlich wird. Unter dem Einflusse der Spannung, in welcher sich die einzelnen Baumwollfäden des zopfartig, gewöhnlich nur dreischnürig geflochtenen Dochtes befinden, erleidet das aus der Kerzenmasse hervorragende Ende desselben eine Krümmung, welche seine Spitze stets ausserhalb der Flamme hält und ihr gestattet, in der frei umspielenden Luft schnell zu verglimmen. Ehe der Docht zur Kerzenfabrikation Anwendung finden kann, muss er erst präparirt werden. Denn der nicht präparirte Docht hinterlässt bei seiner unvollständigen Verbrennung einen Kohlerückstand, welcher die Capillarwirkungen des Dochtes bedeutend schwächt. Man war daher sofort nach der Einführung der Stearinkerzenfabrikation bemüht, den Docht mit Substanzen zu imprägniren, welche die Verbrennung des Dochtes befördern. Solche Körper fand man in der Borsäure und Phosphorsäure, durch welche den Dochten dadurch, dass genannte Säuren mit den Aschenbestandtheilen des Dochtes und vielleicht auch der Fettsubstanz zu einer Glasmasse zusammentreten und am Ende des Dochtes eine schwere Glasperle bilden, wovon der Docht dergestalt sich biegt, dass er ausserhalb der Flamme endet, Verbrennlichkeit ertheilt wird.

Die Fettsäurebrote erscheinen als weisse durchscheinende Kuchen, sind jedoch noch nicht rein genug, um als Kerzenmaterial Anwendung finden zu können. Um die Brote zu reinigen, entfernt man zunächst die Ränder und schabt die beschmutzte Oberfläche ab; die Abfälle werden nochmals auf die Warmpresse gebracht. Hierauf werden die weissen Kuchen in mit Bleiblech ausgefütterten Bottichen mit schwefelsäurehaltigem Wasser zusammengebracht und darin etwa eine Stunde lang mit Dampf behandelt. Nach hinreichender Einwirkung wäscht man die Fettsäure mit siedendem Wasser. Hierauf setzt man zu der geschmolzenen Fettsubstanz eine gewisse Menge Eiweiss, rührt gut um und erhitzt bis zum Sieden. Beim Coaguliren hüllt das Eiweiss alle Unreinigkeiten ein und setzt sich mit ihnen am Boden des Bottichs ab. Die grosse Neigung der Stearinsäure zu krystallisiren und zwar in grossen Krystallblättern, wenn das Erkalten der geschmolzenen Säure langsam geschieht,

war im Anfange der Einführung der Stearinkerzenfabrikation ein grosser Missstand. Man erhielt beim Giessen ungleichartig durchsichtige Kerzen, welche leicht brachen. Ein Zusatz von arseniger Säure gab allerdings sehr viel gleichmässiger aussehende minder krystallinische Kerzen, allein dieser Zusatz, obgleich derselbe nur in geringer Menge gemacht wurde, war mit den Forderungen der Hygiene ganz unvereinbar. Die Mittel, die man gegenwärtig anwendet, erfüllen ihren Zweck eben so gut, man setzt nämlich der geschmolzenen Stearinsäure 2—6 Proc. weisses Wachs zu, oder noch gewöhnlicher, man lässt die geschmolzene Säure unter Umrühren bis nahe zu ihrem Erstarrungspunkt erkalten, ehe man sie in die fast bis auf den Schmelzpunkt der Säure erhitzte Form eingiesst. Durch das Abkühlen und Umrühren wird eine Art flüssigen Fettbreies erhalten, der nicht mehr krystallisirt. Seitdem es in den Stearinkerzenfabriken gebräuchlich ist, die geschmolzene Stearinsäure mit Paraffin (bis zu 20 Proc.) zu versetzen, ist von einer Neigung der Fettmasse zu krystallisiren, keine Rede mehr. Die Kerzenformen bestehen aus einer Legirung von Zinn und Blei, in der Regel 20 Th. Zinn auf 10 Th. Blei; sie sind enge, etwas konische Röhren, welche inwendig sehr glatt sein müssen, um den Kerzen eben diese Glätte mitzutheilen. In die Axe derselben wird der Docht eingezogen, der einerseits in einem kleinen Loche am untern Ende, andererseits an einem auf das obere weite Ende gesetzten Trichter befestigt ist. Durch diesen Trichter wird zugleich die geschmolzene Fettsubstanz gegossen. Sobald die Kerzenformen bis auf 45° erwärmt sind, füllt man die Formen mit der geschmolzenen Stearinsäure. Nach der Füllung überlässt man die Formen sich selbst, bis die Kerzen erkaltet sind und herausgenommen werden können. In neuerer Zeit wendet man fast überall Giessmaschinen mit continuirlichem Betriebe an; sie haben fast sämmtlich das gemein, dass die aufgespulten Dochtschnüre durch die Formen gezogen und erst nach erfolgtem Gusse der Kerze und nachdem die Kerze aus der Form genommen wurde, abgeschnitten werden. Die soweit fertigen Stearinkerzen werden nun, ehe man zum Beschneiden und Poliren derselben schreitet, in einigen Fabriken gebleicht und zu dem Ende der freien Luft, d. h. dem abwechselnden Einflusse der Sonnenstrahlen und des Thaues ausgesetzt. Nach dem Bleichen werden die Kerzen beschnitten und polirt.

2) Talgkerzen. Der gereinigte Talg ist das Material der Fabrikation der Talgkerzen (Unschlittlichte), welche in jene für die gezogenen Kerzen und für die gegossenen Kerzen zerfällt.

Die gezogenen Kerzen werden durch wiederholtes Eintauchen der Dochte in geschmolzenen Talg erzeugt. Bei dem Betriebe im Kleinen verfährt man auf folgende Weise: Der Talgtrog wird mit geschmolzenem Talg angefüllt und die auf den Dochtspiessen angereihten Dochte werden in denselben eingetaucht. Je nach dem Gewicht, welches man den Kerzen geben will, versieht man die Spiesse mit 16 oder mit 18 Dochten in möglichst gleichmässiger Entfernung, und taucht die Dochte nun senkrecht in den Talg und zwar mit einer schnell stossenden Bewegung, damit die Dochte ihre gerade Lage behalten. Bei diesem ersten Eintauchen, welches besonders das Tränken der Dochte zum Zwecke hat, muss der geschmolzene Talg noch ziemlich heiss sein, nicht nur deshalb, weil der heisse und daher flüssigere Talg die Capillar-

öffnungen des Baumwolldochtes besser erfüllt, sondern auch, weil der Docht vor dem Erkalten noch Zeit gewinnt, sich durch die eigene Schwere in die gerade Linie zu richten. Beim letzten Ziehen senkt man die Kerzen etwas tiefer ein, um dem obersten Theile der Kerze den sogenannten Kragen, d. h. eine konisch zulaufende Spitze zu geben. Das untere Ende der Kerze, das in eine unsymmetrische Spitze ausläuft, wird entweder durch Abschneiden oder durch Abschmelzen auf einer erhitzten, mit Abflussrinne versehenen kupfernen Platte entfernt. Die gegossenen Kerzen werden wie die Stearinkerzen durch Giessen des geschmolzenen Talges in eignen Formen erzeugt, in deren Axe der Docht ausgespannt ist. Der Talg, der zum Giessen der Kerzen dient, ist gewöhnlich von höherer Qualität als der zum Ziehen angewendete; er ist härter und sorgfältiger gereinigt. Häufig ist er ein Gemenge von gleichen Theilen Rinds- und Hammeltalg. Der letztere giebt den Kerzen Härte.

3) **Paraffinkerzen.** Diese Kerzen werden genau nach demselben Verfahren und mit den nämlichen Apparaten fabricirt wie die Stearinkerzen. Das in den Paraffinkerzenfabriken angewendete Material ist ein Gemenge verschiedener Paraffine mit verschiedenem Schmelzpunkte.

Paraffin aus	Bogheadkohle	schmilzt bei	45,5 bis 52°
„ „	Braunkohle	„ „	56°
„ „	Torf	„ „	46,7°
„ „	Rangoontheer	„ „	61°
„ „	Ozokerit	„ „	65,5°.

In den deutschen Fabriken, in denen man mit wenigen Ausnahmen Paraffin aus Braunkohle mit einem Schmelzpunkt von 45—50° verarbeitet, setzt man zur Erhöhung des Schmelzpunktes allgemein Stearinsäure zu. Die Grösse dieses Zusatzes richtet sich nach dem Schmelzpunkt des zur Verfügung gestellten Paraffins, nach der Sorte der herzustellenden Kerzen und nach der Jahreszeit. Einige Fabriken verwenden für die im Sommer zu brennenden Kerzen Paraffin von höherem Schmelzpunkt und geben einen grösseren Zusatz von Stearinsäure, während sie für die Winterkerzen die Paraffinsorten mit niedrigerem Schmelzpunkt verwenden und wenig Stearinsäure nur zusetzen. Der Zusatz der Stearinsäure beträgt 3—15 Proc., während andererseits die Masse zu den Stearinkerzen häufig mit 15—20 Proc. Paraffin versetzt ist, sodass thatsächlich das Material zu den Paraffin- und Stearinkerzen heutzutage ein Gemisch von Paraffin und Stearin, jedoch in verschiedenen Verhältnissen ist. Die Paraffinkerzen werden nur durch Giessen, nie durch Ziehen dargestellt. Hierbei begegnet man dem Uebelstande, dass die Kerzen schwierig aus den Formen gehen und nicht leicht gleichmässig durchsichtig und frei von Sprüngen, welche von der Krystallisation des Paraffins herrühren, zu erhalten sind. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wird das geschmolzene Paraffin bei einer Temperatur von ungefähr 60° C. in die Formen gegossen, welche bis zu derselben Temperatur oder besser noch etwas stärker (bis auf 70° C.) erwärmt sind. Die gefüllten Formen lässt man einige Minuten lang stehen und taucht sie dann in kaltes Wasser. Die dadurch bewirkte plötzliche Abkühlung des Paraffins verhindert die Krystallisation desselben und man erhält durchscheinende

Kerzen, die leicht aus den Formen gehen. Für die Paraffinkerzen werden ebenfalls geflochtene Baumwolldochte benutzt, welche vorher mit Borsäure imprägnirt wurden.

4) Wachskerzen. Das Wachs, dessen sich die Bienen zum Bau der Zellen und Vorrathskammern für den Honig bedienen, wird von dem Körper der Arbeitsbienen unter den schuppigen Ringen, welche den unteren Hintertheil ihres Körpers bilden, in Gestalt kleiner Tröpfchen abgesondert, welche sehr bald zu kleinen Wachsschuppen erhärten. Um das Wachs zu gewinnen, nimmt man nach dem Tödten oder Austreiben der Bienen aus dem Bienenstocke die Waben heraus, entfernt daraus den Honig durch freiwilliges Ausfliessenlassen und durch Auspressen. Durch Auspressen in heissem Wasser und langsames ruhiges Erkaltenlassen erhält man die gelben Wachsscheiben, welche in dem Handel vorkommen, nachdem die untere unreine Schicht abgeschabt worden ist.

Das gelbe Wachs ist bei gewöhnlicher Temperatur knetbar, wird bei niederer Temperatur spröde, hat einen körnigen Bruch, ein spec. Gewicht von 0,962 bis 0,967, schmilzt bei 61,3 bis 61,5° und erstarrt bei 62,6 bis 62,8° C. Der körnige Bruch des Wachses, eine Folge der in dem gelben Wachse vorhandenen Unreinigkeiten, sowie die gelbe Farbe sind für die Fabrikation der Wachskerzen ein unangenehmer Umstand und schon des Ansehens wegen zu entfernen. Dies geschieht durch das Bleichen. Das Wachs wird zunächst geläutert und zu dem Ende in einen verzinnten Kupferkessel, in welchem zuerst eine Portion Wasser bis zum Sieden erhitzt worden ist, unter Zusatz von 0,25 Proc. Alaun oder Weinstein oder Schwefelsäure unter kräftigem Umrühren umgeschmolzen. Nach einigen Minuten Ruhe lässt man das Wachs nebst dem Wasser in einen Bottich fliessen. Hier lässt man die Unreinigkeiten sich absetzen; damit das Wachs nicht erstarre, setzt man einen Deckel auf den Bottich und umgiebt letzteren mit Wolldecken. So gereinigt, wird das Wachs in dünne Bänder verwandelt, damit in Folge der vergrösserten Oberfläche beim Bleichprocess Luft und Licht besser einzuwirken vermögen. Die Bänder kommen auf den Bleichplan auf in Rahmen gespannte Leinwand, wo sie unter zeitweiligem Umrühren der Luft und der Einwirkung der Sonne ausgesetzt bleiben, bis keine Abnahme der Färbung mehr zu bemerken ist, worauf man, um auch den Kern zu bleichen, die Bänder umschmilzt, das Wachs nochmals bändert, die Bänder von Neuem bleicht und diese Operation wiederholt, bis die Bänder auch im Innern vollkommen gebleicht erscheinen. Das Bleichen nimmt je nach der Wachssorte und der Gunst der Witterungsverhältnisse eine Zeit von 20—35 Tagen in Anspruch. Der Gewichtsverlust dabei macht 2—10 Proc. aus. Nach dem vollständigen Bleichen wird das Wachs geschmolzen, durch ein seidenes Sieb gegeben und entweder in grössere Blöcke oder zu runden Täfelchen geformt. Das Wachs ist ein Gemenge zweier Stoffe, die sich durch ihre Löslichkeit in Alkohol von einander unterscheiden: der eine, in siedendem Alkohol lösliche, bildet die Cerotinsäure $C_{27}H_{54}O_2$ (früher Cerin genannt), der andere, in Alkohol wenig lösliche Stoff ist unter dem Namen Myricin bekannt und besteht nach Brodie aus

30*

palmitinsaurem Myricil $C_{46}H_{92}O_2 = C_{16}H_{31}(C_{30}H_{61})O_2$. Ausser diesen beiden Körpern enthält das Bienenwachs noch 4—5 Proc. eines bei 28° schmelzenden Körpers, das Ceroleïn, welchem das Wachs seine Fettigkeit verdankt. Die Verhältnisse der Cerotinsäure und des Myricins variiren beträchtlich im Bienenwachse.

Ausser dem gewöhnlichen Bienenwachse sind noch erwähnenswerth 1) das chinesische Wachs, eine aus China in grosser Menge eingeführte Wachsart, stammt von der Wachsschildlaus, *Coccus ceriferus*, welche es auf den Bäumen, auf denen sie sich aufhält, namentlich auf *Rhus succedanea* niederlegt. Es ist äusserlich dem Wallrath sehr ähnlich, daher schneeweiss, krystallinisch, spröde und fasrig und schmilzt bei 82°. Bei der trocknen Destillation giebt es Cerotinsäure und einen paraffinähnlichen Körper, das Ceroten. Nach Brodie besteht das chinesische Wachs aus cerotinsaurem Ceryl $C_{54}H_{108}O_2$ oder $C_{27}H_{53}(C_{27}H_{55})O_2$; 2) das Andaquieswachs ist das Produkt eines im Flussgebiete des Orinoko und Amazonenstromes wohnenden Insektes, welches bei 77° schmilzt, ein spec. Gewicht von 0,917 besitzt und wie es scheint, dem Bienenwachs gleich zusammengesetzt ist; 3) das japanische oder amerikanische Wachs, eine in runden concav-convexen, mit weissem Reife überzogenen Scheiben vorkommende Wachsmasse, die weich und brüchig ist, bei 42° schmilzt, sich in siedendem Alkohol löst und aus Palmitin bestehen soll; 4) das Carnaubawachs oder Cearáwachs ist eine aus Rio de Janeiro kommende Wachsart, welche der Ueberzug der Blätter einer Palmenart, *Kopernicia cerifera,* sein soll. Es schmilzt bei 83,5° und eignet sich seines hohen Schmelzpunktes wegen, um leichter schmelzbare Fette, so wie Paraffin und Erdwachs zur Kerzenfabrikation tauglich zu machen*); 5) das Palmenwachs aus der Rinde von *Ceroxylon andicola*, einer Palme auf den höchsten Punkten der Cordilleren, wird durch Abschaben und durch Auskochen mit Wasser gewonnen. Es schmilzt bei 83—86° und ist vielleicht mit dem Carnaubawachs identisch; 6) das Myrthenwachs von *Myrica cerifera* wird aus den Früchten derselben durch Auskochen mit Wasser in mehreren Staaten des südlichen Theiles der Union gewonnen. Das in der Provinz Para am Amazonenstrome dargestellte kommt unter dem Namen Ocubawachs in den Handel. Es ist grün (olivengrün) und schmilzt bei 36—48°. Man verwendet es in Amerika als Kerzenmaterial. 7) Eine ziemliche Wichtigkeit hat das imitirte Bienenwachs, Ceresin oder Mineralwachs erlangt, welches seit etwa 1872 in grosser Menge aus Galizien, von Stockerau bei Wien und von Franfurt a/O. in den Handel gelangt. Es ist ein Kunstprodukt und wird aus dem Ozokerit durch Schmelzen desselben (aber ohne Destillation) und Entfärben dargestellt und bisweilen mit Bienenwachs, mit japanischem Wachs oder mit weichem Paraffin versetzt. Es ist zähe, knetbar und hat dieselbe Bruchfläche und denselben Schmelzpunkt

*) Das Carnaubawachs wird in Brasilien in erstaunlicher Menge gewonnen. Es betrug die Produktion

1862	1,280,000	Kilogr.	im	Werth	von	2,400,000	Frcs.
1870	1,652,000	„	„	„	„	3,250,000	„
1871	1,839,000	„	„	„	„	3,620,000	„
1872	1,724,000	„	„	„	„	3,562,000	„
1873	2,060,000	„	„	„	„	4,103,000	„

wie Bienenwachs. Man unterscheidet gelbes Ceresin (Hartguss oder Glanzwachs) und hartes raffinirtes weisses Ceresin. Man verwendet beide Sorten in der Pharmacie, in der Parfümerie, ausserdem zur Appretur leinener und baumwollener Stoffe und in der Wäsche-, Kragen- und Manschettenfabrikation. Man stellt ferner daraus „Wachskerzen“ dar.

Die Wachskerzen werden am häufigsten durch das Angiessen (Anschütten) hergestellt. Zu diesem Behufe werden die Dochte an den am Umfang eines frei schwebenden Reifens, dem Kranze, befestigten Haken aufgehängt und unter stetigem Umdrehen des Dochtes um seine Axe mit den Fingern mit dem flüssig erhaltenen Wachse übergossen, bis sie so viel davon aufgenommen haben, als zu ihrer Dicke erforderlich war, worauf man ihnen durch Ausrollen auf einer Marmor- oder Holzplatte die cylindrische Gestalt giebt.

Nach der gewöhnlichen Art des Angiessens tränkt man zuerst die Dochte mit Wachs, giesst sie dann zur Hälfte mit Wachs an, hängt sie hierauf umgekehrt auf und macht endlich auch die andere Hälfte durch Angiessen fertig, d. h. der Arbeiter begiesst sie mit flüssigem Wachse, bis sie die gleiche und gehörige Dicke erlangt haben. Hierauf nimmt man die Kerzen von dem Kranze ab, legt sie zwischen zwei leinenen Tüchern auf eine Matratze übereinander, bedeckt sie mit einer Flanelldecke und rollt nun eine Kerze nach der andern auf der angefeuchteten Rollplatte mit dem Rollbrette vollends aus. Nach dem Ausrollen werden die Kerzen unten abgeschnitten und ihre Dochttheile konisch zugespitzt, und dann in ein Gefäss mit Wasser gelegt, worin sie erkalten, ohne ihre Form zu verlieren. Die erkalteten Kerzen kommen in einen mit durchlöchertem Boden versehenen Kasten, in welchem sie auf den Bleichplan getragen werden, damit sie hier an der Luft und unter öfterem Benetzen nach einigen Tagen die gelbliche Farbe verlieren, die sie durch die Bearbeitung angenommen haben. — Bei fabrikmässigem Betriebe wendet man zuweilen ein anderes Verfahren an; es werden nämlich die gleich anfangs mit der Schlinge nach oben gehängten Dochte in einer Operation fertig angegossen; man erspart dadurch bedeutend an Zeit, doch ist grössere Uebung und Geschicklichkeit der Arbeiter erforderlich. Das Giessen der Wachskerzen geschieht auf ähnliche Weise wie das der Stearin- und Paraffinkerzen, nur macht das merkliche Schwinden nach dem Erkalten und das feste Adhäriren an die Formen das Wachs zum Giessen nicht sehr geeignet. Die dicken, oft 15—20 Kilogramm schweren Altarkerzen werden weder durch Angiessen, noch durch Giessen, sondern aus der Hand verfertigt. Zu dem Ende wird der aus Lein- und Baumwollgarn gemischte Docht mit Wachs, welches durch warmes Wasser erweicht worden ist, umgeben. Zu diesem Behufe bildet man entweder aus dem Wachse längliche Streifen und legt diese stückweise um den horizontal ausgespannten Docht, oder giebt dem gekneteten Wachse auf dem Rolltische ungefähr die Gestalt einer Kerze, drückt dann in den Cylinder mit Hülfe der scharfen Kante eines Lineales eine Rinne bis in die Mitte ein, legt in die Rinne den Docht, füllt die Fuge mit Wachs aus und macht endlich die Kerze auf dem Rolltisch fertig. Die Wachsstöcke werden fast immer, um dem Wachs die Geschmeidigkeit wieder zu geben, die es durch das Bleichen verloren hat, und ausserdem auch, um den Anforderungen der Consumenten hinsichtlich des Preises zu genügen, aus mit Talg und auch wol mit Fichtenharz und Terpentin versetztem Wachs verfertigt. Zur Herstellung des Dochtes nimmt man so viel gefüllte Spulen, als

der Docht Fäden erhalten soll, und windet die Fäden auf eine Trommel, deren mit Kurbel versehene Axe auf einem schweren Gestelle ruht und die an dem einen Ende des Arbeitssaales aufgestellt ist. Ihr gegenüber, an dem andern Ende des Lokales ist eine zweite leere Trommel aufgestellt, und in der Mitte zwischen beiden auf einem Gestell eine mit Wachs gefüllte flache Kupferpfanne, welche von unten durch Kohlenfeuer erwärmt werden kann. Auf dem Boden der Pfanne ist ein Haken angebracht, durch welchen der Docht läuft. An dem Rande der Pfanne ist ein Zieheisen aus Eisen oder Kupfer mit kreisrunden, konischen Oeffnungen von verschiedener Weite, genau so wie die Oeffnungen eines Drahtzieheisens angebracht. Der durch die Wachspfanne laufende Docht tritt an der konischen Einwirkung der Ziehlöcher in die Ziehplatte. Sollen die Wachsstöcke gezogen werden, so taucht man das Ende des auf die Trommel aufgewundenen Dochtes in das geschmolzene Wachs, zieht den Docht durch den Haken am Boden der Pfanne, dann durch das Ziehloch, welches etwas grösser ist als der Docht, und klebt hierauf das Ende des Dochtes auf die zweite Trommel auf. Hier wird es so lange festgehalten, bis die zweite Trommel eine Umdrehung gemacht hat, worauf man die Trommel, damit das Wachs am Dochte erstarren kann, möglichst langsam umdreht, bis aller Docht auf die zweite Trommel aufgewunden ist. Nachdem dies geschehen, steckt man das Zieheisen auf die entgegengesetzte Seite der Pfanne, lässt dann den begonnenen Wachsstock durch das zunächst kommende Loch des Zieheisens gehen u. s. f., bis es auf der ersten Trommel aufgewickelt ist. Auf diese Weise fährt man fort, den Wachsstock durch die Wachspfanne und das nächst grössere Loch des Zieheisens von der ersten zur zweiten Trommel und umgekehrt gehen zu lassen, bis er die gewünschte Dicke erlangt hat. Die so erhaltene Wachsschnur wird in noch biegsamem Zustande zu Wachsstöcken von bestimmtem Gewicht zusammengewunden.

Das Glycerin (Propenylalkohol) $C_3H_8O_3$ oder $C_3H_5(OH)_3$ ist in Verbindung mit den festen und flüssigen Fettsäuren (in Form von sogenannten Glyceriden) in den meisten Fetten in der Menge von 8—9 Proc. enthalten und lässt sich daraus durch Behandeln mit Basen (Kali, Natron, Kalk, Baryt, Bleioxyd), oder mit Säuren (Schwefelsäure) und gewissen Chlormetallen (Chlorzink), endlich durch überhitzten Wasserdampf oder durch erhitztes Wasser (ohne Dampfbildung) abscheiden. Das Glycerin bildet sich ferner bei der geistigen Gährung der gährungsfähigen Zuckerarten (Dextrose, Levulose, Lactose) neben Alkohol, Kohlensäure und Bernsteinsäure als constantes Produkt. Nach den Beobachtungen von Pasteur beträgt die Menge des sich hierbei bildenden Glycerins etwa 3 Proc. vom Gewicht des Zuckers. Das Glycerin wurde von Scheele im Jahre 1779 bei der Bereitung des Bleipflasters entdeckt, von Seiten der Technik fand es erst Beachtung, als es durch die Einführung der Stearinkerzenfabrikation und durch Verarbeitung der Unterlauge der Seifenbereitung massenhaft auftrat. Die Schlempe der Kartoffel-

und Melassebrennereien, so wie die Vinasse (der Rückstand von der Destillation des Weinspiritus aus dem Weine im südlichen Frankreich) enthalten namhafte Mengen von Glycerin, die wahrscheinlich aus diesen Rückständen mit Vortheil dargestellt werden könnten.

Was die fabrikmässige Darstellung des Glycerins betrifft, so handelt es sich häufig nur um Concentration und Reinigung des bei der Gewinnung der Stearinsäure aus Fetten (Talg, Palmöl) abgeschiedenen Glycerins. Wird zur Darstellung der Stearinsäure die Verseifungsmethode mit Kalk benutzt, so bleibt es nach Abscheidung der unlöslichen Kalkseife in Wasser gelöst, durch Abscheidung des mitgelösten Kalkes durch Schwefelsäure oder besser noch durch Oxalsäure und durch Abdampfen der von dem Kalkniederschlag gesonderten und durch Filtration durch Knochenkohle entfärbten Flüssigkeit bis zur Syrupconsistenz kann man das Glycerin für viele technische Zwecke genügend rein erhalten. In solchen Fabriken, in welchen man die Zersetzung der Fette durch überhitzten Wasserdampf bewerkstelligt, erhält man die Fettsäure sowol, als auch das Glycerin als Destillationsprodukt und letzteres daher (vergl. S. 463) völlig rein; nur darf hierbei eine Temperatur von 310^0 nicht überschritten werden, weil ein Theil des Glycerins sich sonst unter Bildung von Acroleïndämpfen zersetzen würde. Der Umstand, dass die bei der Verseifung der Fette mit Schwefelsäure sich bildende Glycerin-Schwefelsäure in ihrer wässrigen Lösung beim Verdunsten leicht in Glycerin und Schwefelsäure zerfällt, lässt sich gleichfalls zur Glycerindarstellung benutzen. Aus der Unterlauge der Seifenfabriken, gegenwärtig der wichtigste Glycerinstoff, erhält man das Glycerin (nach dem Reynold'schen in England patentirten Verfahren) auf folgende Weise: Die Unterlauge wird zunächst durch Abdampfen concentrirt; die dabei am Boden des Abdampfgefässes sich ausscheidenden Salze werden von Zeit zu Zeit herausgenommen. Ist die Flüssigkeit gehörig concentrirt, was man an der Erhöhung des Siedepunktes auf 116^0 erkennt, so bringt man sie in eine Destillirblase und destillirt das Glycerin mittelst eingeleiteter überhitzter Wasserdämpfe über. Das Destillat wird im Vacuumapparate zur Syrupsconsistenz gebracht. Nach den Untersuchungen von A. Metz (1870) und von Champion und Pellet (1873) entspricht (bei 17,5^0 C.):

ein spec. Gewicht von	1,267	100	Proc. wasserfreiem Glycerin
„ „ „ „	1,240	94	„ „ „
„ „ „ „	1,232	90	„ „ „
„ „ „ „	1,206	80	„ „ „
„ „ „ „	1,179	70	„ „ „
„ „ „ „	1,153	60	„ „ „
„ „ „ „	1,125	50	„ „ „
„ „ „ „	1,117	45	„ „ „
„ „ „ „	1,099	40	„ „ „
„ „ „ „	1,073	30	„ „ „
„ „ „ „	1,048	20	„ „ „
„ „ „ „	1,024	10	„ „ „

Die ölartige Beschaffenheit, so wie der Umstand, dass das Glycerin bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und bei der Kälte nicht erstarrt, da

es bei —40° noch völlig flüssig bleibt*), die Beständigkeit des Präparates, der angenehme zuckersüsse Geschmack bei vollständiger Reinheit und die Unschädlichkeit, so auch das Lösungsvermögen für viele Stoffe und die grossen Mengen, die man sich zu billigem Preis verschaffen kann, haben dem Glycerin bereits eine ausnehmende Wichtigkeit in gewerblicher Hinsicht verschafft. Das Glycerin zieht aus der Luft Feuchtigkeit an.

Unter den vielfachen Anwendungen, die das Glycerin bis jetzt gefunden hat, seien im Folgenden einige der wichtigeren und interessanteren angeführt: Das Glycerin wird benutzt, um den Thon für das Modelliren im gehörig feuchten Zustand zu erhalten. Es eignet sich ferner zur Aufbewahrung solcher Nahrungsmittel, welche im feuchten Zustande erhalten werden sollen, so z. B. des Senfes, der mit Glycerin versetzt nicht mehr austrocknet. Besonders ist die Anwendung des Glycerins für den Schnupftabak zu empfehlen. Auch zum Conserviren von Früchten findet es Anwendung. In der Liqueur-, Punschessenz- und Limonadenfabrikation findet es zum Versüssen in grosser Menge Verwendung, ferner als Zusatz zu Wein, Essig und Bier**) — man nennt diese Procedur Scheelisiren — und zur Bereitung gewisser Malzextract-Gesundheitsbiere. Glycerin ist auch zum Schmieren von Maschinenbestandtheilen, besonders bei Uhren und Chronometern verwendbar, da es an der Luft keine Veränderung erleidet, bei niederer Temperatur nicht erstarrt und das Messing und ähnliche Kupferlegirungen nicht angreift. Zur Fabrikation von Copirtinte ist es gleichfalls vorgeschlagen worden. Seiner Eigenschaft wegen, die Haut weich und schlüpfrig zu erhalten, findet es als Cosmeticum, z. B. als Glycerinessig, Glycerinseife u. dergl., zur Pflege des Haares, ausgedehnte Anwendung. Um der Druckerschwärze ihre Unlöslichkeit in Wasser zu nehmen — worin indessen der grösste Vorzug der bisherigen Druckfarbe zu suchen ist — hat man vorgeschlagen, statt Leinöl Glycerin anzuwenden. Das Glycerin löst mit Leichtigkeit die Theerfarbstoffe (Anilinblau, Anilinviolett), eben so auch das Alizarin auf. Um dem Papier grosse Weichheit und Biegsamkeit zu ertheilen, soll man dem Papierzeug Glycerin beimischen, der zur Erzeugung von 100 Kilogr. Papier erforderlichen Menge Papierzeug mischt man ungefähr 5 Kilogr. Glycerin von 1,18 spec. Gewicht zu. Nicht unwichtig ist die Glycerinschlichte (aus 5 Th. Dextrin, 12 Th. Glycerin, 1 Th. schwefelsaurer Thonerde und 30 Th. Wasser bestehend), bei deren Anwendung die Musselinweber für ihre Arbeit nicht mehr wie bisher

*) Die 1867 von Crookes in London, von Sarg in Wien und von Wöhler beobachteten Fälle des Festwerdens und Krystallisiren des Glycerins bei niederer Temperatur und beim Transport, beweisen, dass auch reines Glycerin unter den erwähnten Verhältnissen erstarren könne. Neuerdings (1871) ist es nun Kraut (in Hannover) gelungen, das Glycerin durch Krystallisation zu reinigen. Es lässt sich erwarten, dass die neue Reinigungsmethode für die Reindarstellung des Glycerins von grosser Wichtigkeit werden wird.

**) Die Verwendung des Glycerins als Braumalzsurrogat ist eine ganz enorme geworden, eben so auch die als Zusatz zum Wein. Nach einer Schätzung sollen zu letzterem Zweck im Jahre 1869 allein in den weinproducirenden Ländern Deutschlands gegen 20,000 Centner Glycerin, im Jahre 1873 sogar 38—40,000 Ctr. verbraucht worden sein.

auf die feuchten, der Gesundheit nachtheiligen Keller- und Erdgeschosse angewiesen sind, sondern dieselbe in hellen, trocknen und gut gelüfteten Räumen der oberen Stockwerke der Häuser verrichten können. Man beobachtete, dass schwach lohgar gegerbte Treibriemen, wenn sie etwa 24 Stunden in Glycerin verweilt haben, nicht mehr dem Brechen unterworfen sind. Die Gasuhren versagen im Winter oft den Dienst, indem das Wasser in denselben gefriert. Ebenso verdunstet dasselbe sehr rasch in der wärmeren Jahreszeit. Eine Lösung von Glycerin hat beide Uebelstände nicht. Santi benutzt das Glycerin zum Füllen des schwimmenden Compasses auf Schraubendampfern, da es in Folge seiner Dichtigkeit und geringen Beweglichkeit die innere Schale des Compasses gegen die Erzitterungen, welche die Schraube dem Schiffe mittheilt, unempfindlich macht. Friedheim sucht die Uebelstände, die das Quecksilber in den Manometern dadurch zeige, dass es mit der Zeit unrein werde und durch Hängenbleiben in der Röhre dem Druck nicht gehörig folge, dadurch zu beseitigen, dass er einige Tropfen Glycerin als Decke für das Quecksilber verwendet. C. E. Thiel empfiehlt das Glycerin zum Reinhalten von Schiesswaffen. Zur Aufbewahrung anatomischer Präparate scheint das Glycerin besonders beachtenswerth, auch zum Dichten des Holzes von Fässern, in denen Petroleum, Rüböl etc. aufbewahrt werden soll. Eine mit Glycerin versetzte Lösung von arabischem Gummi und von Eiweiss conservirt sich lange Zeit, ohne zu verderben. Eine gesättigte Lösung von schwefliger Säure in Glycerin ist ein vortreffliches Mittel zum Schwefeln von Wein, Bier, eingemachten Früchten u. s. w. Eine Mischung von Glycerin und Leim dient als Material zur Herstellung der Buchdruckwalzen. Erwähnenswerth ist die Anwendung des Glycerins zur Erzeugung von künstlichem Senföl (Schwefelcyanallyl). Durch die Einwirkung von Jodphosphor auf Glycerin bildet sich Jodallyl, welches in weingeistiger Lösung mit Schwefelcyankalium zusammengebracht und destillirt, Senföl liefert. Gegen Brandwunden und gegen katarrhalische Affectionen wird das Glycerin mit vielem Erfolge angewendet. Durch eine Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure wird das Glycerin in das zur Fabrikation von Dynamit und Dualin in grosser Menge verwendete Sprengöl (Nitroglycerin (vergl. S. 112) übergeführt. Mit fein gemahlener Bleiglätte giebt concentrirtes Glycerin einen schnell erhärtenden Kitt für Gefässe mit flüchtigen Stoffen (Petroleum, Benzol, ätherische Oele).

II. *Beleuchtung mittelst Lampen.*

Die flüssigen Substanzen, welche als Leuchtmaterialien Anwendung finden, zerfallen a) in fette Oele, b) in flüchtige Oele, welche letztere entweder ätherische Oele sind, wie das Camphin, oder Produkte der Verarbeitung des Theeres wie Photogen und Solaröl, oder endlich das von der Natur gespendete Petroleum. Von den fetten Oelen wendet man vorzugsweise das Raps- oder Kohlsaatöl, das Winterrübsenöl, das Oliven- und

Baumöl, den Fischthran und zuweilen auch das eintrocknende Mohnöl an.

Um die fetten Oele zu reinigen (raffiniren), giesst man 2 Proc. englische Schwefelsäure oder eine concentrirte Lösung von Chlorzink in dieselben und rührt gut um. Die Schwefelsäure oder das Chlorzink greift das Oel nicht an, zerstört aber alle schleimigen und fremdartigen Bestandtheile und scheidet sich mit denselben ab. Durch Waschen mit Wasser wird die Säure oder das Chlorzink entfernt und das Oel gereinigt. In neuerer Zeit werden die Oele aus den Oelsamen vielfach durch Extraction mit Schwefelkohlenstoff dargestellt. Die zur Beleuchtung dienenden fetten Oele fasst man mit dem Namen Brennöl zusammen. Seit dem Emporblühen der Paraffin- und Solarölindustrie und der Einführung des amerikanischen und galizischen Petroleums hat die Bedeutung der fetten Oele als Leuchtmaterial sich ganz ausserordentlich verringert.

Die Lampen. Die Lampe diente schon in den ältesten Zeiten und zwar weit früher als die Kerze zu Beleuchtungszwecken. Man schreibt ihre Erfindung den alten Aegyptern zu. Von Griechenland und Rom aus verbreitete sich ihr Gebrauch im übrigen Europa.

Betrachten wir die Lampe vom allgemeinsten Standpunkte aus, so treffen wir an ihr dieselben Theile, die wir an der Kerze wahrnehmen, nämlich das Leuchtmaterial und den Docht. Bei der Lampe wie bei der Kerze ist das Leuchtmaterial flüssig und der Unterschied besteht nur darin, dass in der Kerze und zwar in dem oberen Theile (der Vertiefung mit dem Dochtende) die Fettsubstanz (Stearinsäure, Talg oder Paraffin) im *geschmolzenen* Zustande gebrannt wird, während in den Lampen das Leuchtmaterial in bei gewöhnlicher Temperatur flüssigem Zustande sich befindet und desshalb ein Gefäss, ein Reservoir erforderlich macht, welches den flüssigen Leuchtstoff enthält und ununterbrochen und möglichst gleichmässig die Flamme mit Material speist. In der verschiedenen Art des als Leuchtstoff verwendeten Körpers — ob Rüböl, ob Solaröl, ob Petroleum — in der verschiedenen Form des Dochtes und der Art der Luftzufuhr zu der Flamme — ob ohne, ob mit Zugglas, in der Form des Oelbehälters, seiner Lage in Bezug auf den Docht und der Art seiner Anbringung und endlich und hauptsächlich in der Art und Weise der Zuführung des Leuchtstoffes zu der Stelle des Dochtes, wo die Verbrennung vor sich gehen soll — ob nur durch Capillarität des Baumwolldochtes, ob in Verbindung mit hydrostatischem oder sonst auf mechanischem Wege hervorgebrachten Drucke, alles dies, aber auch nur dies bedingt die grosse Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit, die wir in den Lampenconstructionen antreffen.

Rüböl und Mineralöl, sei letzteres aus dem Braunkohlen- oder Torftheer, oder aus dem Petroleum dargestellt, unterscheiden sich in Bezug auf ihre Eigenschaften als Leuchtmaterial dadurch von einander: 1) dass das Rüböl bei gewöhnlicher und selbst bei bis über 100° gesteigerter Temperatur nicht verdunstet (es ist daher geruchlos), auch sich nicht entzünden lässt. Erst wenn eine solche Erhitzung des Oeles stattgefunden hat, dass die Produkte der trockenen Destillation sich bilden, wozu beiläufig 200° gehören, findet eine Entzündung und ein Verbrennen des Oeles statt. Das Mineral-

oder Solaröl, selbst, das „geruchlose“ der Fabriken besitzt dagegen einen Geruch und verliert beim Stehen an der Luft nach und nach an Gewicht; bei höherer Temperatur verdampft es und kann unverändert destillirt werden, bei noch höherer Temperatur vergast es und geht zum grossen Theil in Leuchtgas über; 2) das Rüböl besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und ist nach der Formel $C_{10}H_{18}O_2$ zusammengesetzt. Bei der trocknen Destillation, die das Rüböl in dem Dochte unmittelbar unter der Flamme erleidet, zerfällt es in Aethylengas und Kohlensäure. Letztere nun (25,8 Proc. vom Gewicht des Rüböles) trägt nicht nur nichts zur Leuchtkraft der Flamme bei, sondern beraubt auch noch die Hälfte des Volumens vom Volumen der Kohlensäure an Aethylengas der Leuchtkraft. Das Rüböl im raffinirten Zustande verbrennt in einer zweckmässig construirten Lampe nur in vergaster Form und vollständig zu den geruchlosen Verbrennungsprodukten Kohlensäure und Wasser; 3) das Solaröl und das Petroleum sind Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, und zwar der höheren Glieder der homologen Reihe, von welcher das Sumpfgas das erste ausmacht, und sauerstofffrei. Es beginnt bei 250° zu sieden und zerfällt bei höherer Temperatur in gasige Produkte (Sumpfgas und Aethylengas) und in sich ausscheidenden Kohlenstoff. Der Kohlenstoffgehalt des Solaröles ist weit grösser als der des Rüböles, daher verbrennt das erstere auch in freier Luft mit russender Flamme, die aber sofort in eine fast blendend weisse, stark leuchtende übergeht, wenn man durch Aufsetzen eines Zugglases und dadurch vermehrte Luftzufuhr für die Verbrennung des Ueberschusses an Kohlenstoff sorgt. Während, wie bereits bemerkt, das Rüböl nur in vergaster Gestalt zur Flamme gelangt, kommt das Solaröl, und der ihm durchaus ähnlich constituirte minder flüchtige Theil des Petroleums, zum grössten Theil dampfförmig in die Flamme. Es ist daher die Mineralöllampe so zu construiren, dass die Verbrennung so vollständig als möglich geschehe und keine Spur des unangenehm riechenden Dampfes unverbrannt oder mindestens unvergast entweiche. Die Feuergefährlichkeit des Solaröles anlangend, so ist dieselbe bei sorgfältiger Behandlung der Lampen — gute Beschaffenheit des Solaröles vorausgesetzt, nicht viel grösser als die des Rüböles; 4) das Rüböl ist ein fettes und schmieriges Oel, das Solaröl nicht; gewisse Lampenconstructionen wie z. B. die Uhrlampen und Moderateurlampen, in welchen das Oel durch den Druck eines Kolbens dem Verbrennungsort zugeführt wird, eignen sich, weil nur das fette Oel, nicht aber das Mineralöl die Liederung des Kolbens schlüpfrig und öldicht macht, nicht für Mineralölbeleuchtung.

Unabhängig von der Art des Leuchtstoffes, sei derselbe Rüböl, Solaröl oder Petroleum, soll die Construction einer normalen Lampe der Art sein, 1) dass sie das Maximum von Licht und dasselbe zwar innerhalb einer bestimmten Zeit (3 bis 8 aufeinander folgende Stunden) möglichst gleichförmig spende. Diese Bedingung, eine Folge der vollständigen und in gleicher Intensität fortdauernden Verbrennung des Leuchtmateriales kann nur erfüllt werden α) bei Anwendung von gereinigtem Leuchtmaterial, β) bei Anwendung eines Dochtes von gleicher Stärke, γ) bei möglichst gleichmässiger Zufuhr des Leuchtstoffes zur Flamme, δ) bei genügender Erhitzung an der Stelle, wo die Verbrennung stattfindet, damit die Vergasung vollständig vor sich gehe, ϵ) durch die Regulirung der Zufuhr von Luft. Eine zu geringe Luftmenge giebt oft eine russende Flamme, eine zu grosse Luftzufuhr erniedrigt die Temperatur und giebt gleichfalls dadurch zur Abscheidung von

Russ und Bildung von übelriechenden Produkten der Destillation Veranlassung, abgesehen davon, dass selbst vollständige Verbrennung vorausgesetzt, zu viel Luft die Leuchtkraft der Flamme beeinträchtigt, ζ) durch die Möglichkeit der Regulirung der Flammengrösse; 2) dass das entwickelte Licht auch möglichst zweckmässig benutzt werde. Die bekannten Lichtschirme und Reflectoren sind hier als wesentliche Unterstützungsmittel der Beleuchtungszwecke zu nennen. Das Reservoir für den Leuchtstoff muss ferner der Art angebracht sein, dass einestheils sein Schatten nicht störend auf die zu beleuchtenden Gegenstände wirkt, anderentheils der Schwerpunkt der Lampe in keiner ihren Gebrauch beeinträchtigenden Weise verrückt wird.

Eintheilung der Lampen. Wenn man die Art und Weise, nach welcher das Leuchtmaterial mittelst des Dochtes zu der Stelle gelangt, wo die Verbrennung vor sich geht, als Eintheilungsgrund gelten lässt, so kann man sämmtliche Lampen unterscheiden als:

1) Sauglampen, in welchen der Leuchtstoff allein durch die Capillarwirkung des Dochtes aus dem etwas tiefer liegenden Reservoir an das Dochtende gelangt; je nach der Lage des Oelreservoirs zum Dochte kann man die Sauglampen eintheilen α) in solche, bei welchen das Reservoir ungefähr in gleicher Höhe liegt mit der Flamme des brennenden Dochtes; β) in Lampen, bei welchen das Reservoir für das Oel höher liegt als der Brenner (Lampe mit Sturzflasche). 2) Drucklampen, bei welchen neben der Capillarität des Baumwolldochtes noch eine mechanische oder physikalische Vorrichtung thätig ist, um dem Dochte das Leuchtmaterial zuzuführen. Der Oelbehälter ist bei allen Drucklampen im Fusse der Lampe. Nach der Art der Vorrichtung, die das Oel zum Dochte treibt, zerfallen die Drucklampen α) in aërostatische, bei welchen das Princip des Heronsbrunnens Anwendung findet. Es wird in das geschlossene Oelreservoir Luft eingepresst, welche in Folge ihres Bestrebens, sich mit der äusseren Luft ins Gleichgewicht zu setzen, auf das Oel drückt und dasselbe in einem Steigrohr dem Brenner zuführt; β) in hydrostatische Lampen, auf das Princip der communicirenden Röhren sich stützend, nach welchem die Höhen im Gleichgewicht befindlicher Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewicht in communicirenden Röhren im umgekehrten Verhältnisse zum specifischen Gewichte stehen. Die Flüssigkeit, welche dem Oel in der Lampe das Gleichgewicht halten und bewirken soll, dass der Brenner ununterbrochen mit der erforderlichen Oelmenge versehen werde, muss specifisch schwerer sein als das Oel; γ) in statische Lampen, bei welchen das Oel aus dem unteren Behälter durch das Gewicht eines festen Körpers (z. B. Bleigewicht) oder durch den directen (nicht durch mechanische Vorrichtung bewirkten) Druck eines in dem Oelreservoir abwärts gehenden Kolbens ausgetrieben und zum Aufsteigen nach dem Brenner gezwungen wird; δ) in mechanische Lampen, in welchen das Oel aus dem Oelreservoir einfach entweder a) durch eine Pumpe, welche durch ein uhrwerkähnliches Räderwerk in Thätigkeit gesetzt wird (Carcel's Uhr- oder Pumplampe) oder b) durch den Druck einer sich ausdehnenden Spiralfeder (Moderateur- oder Federlampe) zu dem Brenner gehoben wird. Die mechanischen Lampen haben meist noch das Charakteristische, dass dem Dochte das Oel in grösserer Menge, als er zu consumiren vermag, zugeführt

wird; der nicht zur Verbrennung kommende Theil tropft ab und wird in einem besondern Sammler aufgefangen. An die vorstehenden, auf Rüböl eingerichteten Lampen schliessen sich an 3) die Petroleumlampen, die stets Sauglampen von solcher Einrichtung sind, dass der Behälter für den Leuchtstoff stets unmittelbar unter dem Docht und in der Axe des Brenners sich befindet. Das geringere specifische Gewicht und die dünnflüssigere Beschaffenheit der hier in Betracht kommenden Leuchtmaterialien (Solaröl, Petroleum) kommt der Capillarwirkung des Dochtes wesentlich zu Hülfe und macht alle Druckvorrichtungen, so lange es sich um Lampen für Zimmerbeleuchtung handelt, überflüssig. Hierher gehört auch die Ligroïn- oder Schwammlampe, in welcher der flüssige Leuchtstoff (Ligroïn d. i. der flüchtigste Antheil bei der Rectification des Mineralöles und Petroleums) durch Schwamm, womit das Reservoir ausgefüllt, absorbirt ist.

1) Sauglampen. Zu den Sauglampen rechnen wir alle diejenigen Lampen, in welchen das Oel durch die Capillarität des Dochtes (und nicht durch Druck oder sonst durch mechanische Hülfsmittel) aus dem etwas tiefer gelegenen Oelreservoir an das Dochtende gelangt. Je nach der Lage des Oelreservoirs zum Docht können die Sauglampen eingetheilt werden α) in solche, bei welchen das Oelreservoir ungefähr in gleicher Höhe liegt mit der Flamme des brennenden Dochtes, wobei folgende zwei Fälle zu unterscheiden sind, nämlich a) der brennende Docht befindet sich im Oelreservoir selbst wie bei der Küchenlampe und antiken Lampe, oder b) Oelreservoir und Brenner sind von einander getrennt und zwar ist das Reservoir seitlich vom Brenner, oder das Reservoir geht wie bei den Kranzlampen ringförmig um den Docht herum; β) in Lampen, bei welchen das Reservoir für das Oel höher liegt als der Brenner. Um die Verminderung der Lichtintensität während des Brennens der Lampe möglichst zu verhindern, ist es einfach genügend, das Oel in dem Brenner möglichst in gleicher Höhe zu erhalten; dies lässt sich nun bei den Sauglampen dadurch erreichen, dass man den Oelbehälter höher stellt als den Brenner. Selbstverständlich ist aber bei dieser Einrichtung eine besondere Vorrichtung erforderlich, welche die Zufuhr des Oeles zu dem Brenner nach Maassgabe der dort stattgehabten Consumtion regelt, weil ausserdem das Oel aus dem Reservoir in den Brenner strömen und letzterer überlaufen würde. Die in Anwendung gekommene Vorrichtung der Art trifft man bei der Sturz- oder Flaschenlampe.

2) Die Drucklampen unterscheiden sich von den Sauglampen dadurch, dass das Oelreservoir nicht wie bei letzteren im gleichen Niveau oder höher als der Brenner, sondern tiefer angebracht ist. Bei allen Constructionen der Drucklampen ist der Oelbehälter im Fusse der Lampe und daher weit entfernt vom Brenner. Da die Capillarröhren des Dochtes das Oel auf eine so bedeutende Höhe nicht zu heben vermögen, so ist bei jeder Drucklampe eine besondere Vorrichtung zum Heben des Oeles vorhanden, die dem Dochte das Oel in grösserer Menge, als er zu consumiren im Stande ist, zuführt der nicht zur Verbrennung kommende Theil tropft ab und wird in einem besondern Sammler aufgefangen. Die Drucklampe, die als Salonlampe, sofern man sich noch des Oeles als Leuchtstoff bedient, fast alle anderen Lampenarten siegreich aus dem Felde geschlagen hat, ist, die Einfachheit des Mechanismus zum Zuführen des Oeles zum Brenner vorausgesetzt, in Bezug auf die Standfestigkeit, der äusseren Form, die sie zu mannichfacher und geschmackvoller Verzierung geeignet macht, der Beseitigung des Schattens, der Einfach-

heit des Füllens mit Oel, der Gleichförmigkeit der Oelzufuhr zum Brenner, der Unmöglichkeit des Ueberlaufens u. s. w., unstreitig die vollkommenste aller Oellampen. Je nach der Art der Vorrichtung, welche das Oel zum Brenner hebt, unterscheidet man α) Aërostatische Lampen. Bei diesen Lampen findet das Princip des Heronsbrunnens Anwendung. Es wird in das geschlossene Oelreservoir Luft eingepresst, welche in Folge ihres Bestrebens sich mit der äusseren Luft ins Gleichgewicht zu setzen, auf das Oel drückt und dasselbe in einer Steigröhre dem Brenner zuführt. Die aërostatischen Lampen, so interessant sie auch vom physikalischen Standpunkte aus sein mögen, sind eigentlich nie dauernd in die Praxis übergegangen. Die zum Füllen der Lampe dienenden Nebenvorrichtungen waren gewöhnlich zu complicirt und vertheuerten dadurch die an sich nicht wohlfeile Lampe.

β) Hydrostatische Lampen. Während bei den aërostatischen Lampen das Oel durch den Druck der verdichteten Luft zum Brenner gehoben wird, findet bei den hydrostatischen Lampen das Heben des Oeles durch den unmittelbaren Druck einer anderen Flüssigkeit, ohne Mitwirkung von Luft statt. Sie gründen sich auf das physikalische Gesetz, dass, wenn zwei mit einander communicirende Gefässe Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte enthalten und diese Flüssigkeiten einander das Gleichgewicht halten, die Höhe der Flüssigkeitssäulen im umgekehrten Verhältnisse zum specifischen Gewichte steht. Die Flüssigkeit, welche bei dieser Art von Lampen dem Oel das Gleichgewicht halten soll, muss specifisch schwerer sein als Oel, darf weder die Lampe noch das Oel angreifen und selbst einige Grade unter dem Gefrierpunkte des Wassers nicht erstarren. Als drückende Flüssigkeit ist Quecksilber, Kochsalzlösung, Melasse, Honig, Chlorcalciumlösung, Chlormagnesiumlösung u. s. w. vorgeschlagen worden.

γ) Statische Lampen. Bei dieser Art von Lampen wird das Brennöl aus dem im Fusse der Lampe befindlichen Reservoir durch das Gewicht eines festen Körpers oder durch den Druck eines im Oelbehälter nach und nach abwärts gehenden Kolbens in ein Steigrohr getrieben und auf diese Weise nach dem Brenner geführt. Im ersteren Falle bringt man das Brennöl in einen dichten Sack von Leder, Kautschuk, Wachstaffet, oder in eine Blase, und diese biegsame Hülle in den leeren Behälter. Indem man nun auf die Oelhülle ein Bleigewicht wirken lässt, wird das Oel nach dem Brenner gehoben. Eine grosse Schwierigkeit bei der Construction von statischen Lampen besteht in der genauen Regulirung der Oelzufuhr zum Brenner. — Die zweite Einrichtung, bei welcher ein abwärts gehender Kolben auf das in einem cylindrischen Behälter befindliche Oel drückt und dasselbe nach und nach durch ein enges Steigrohr nach dem Brenner treibt, ist als der Vorläufer der mechanischen Lampen zu betrachten und verdient insofern Erwähnung.

δ) Die mechanischen Lampen besitzen eine mechanische Vorrichtung, durch welche das Oel aus dem Reservoir im Fusse der Lampe zu dem Brenner und zwar in einem Quantum gehoben wird, welches den Bedarf des Dochtes während der Brennzeit übersteigt. Wenn mithin bei allen bisher betrachteten Lampen der Inhalt des Brenners eine ruhige Oelsäule bildet, die von oben nach unten stetig abnimmt oder von Zeit zu Zeit sich ergänzt, so bildet das Oel in den mechanischen Lampen einen continuirlich aufsteigenden Strom, welcher dem Dochte den zur Unterhaltung der Flamme nöthigen Oelbedarf liefert, und den Ueberschuss des Oeles an der Aussenseite

des Brenners wieder in den Fuss der Lampe zurückführt. Unter den mechanischen Lampen sind besonders zwei erwähnenswerth, nämlich

1) Die Uhrlampe, Pumplampe oder Carcel-Lampe wurde 1800 von dem Lampenfabrikanten Carcel in Paris erfunden und später von anderen verbessert. Die Kraft, mit welcher das Oel aus dem im Fusse der Lampe befindlichen Reservoir durch eine selbstthätige Pumpe oder eine pumpenähnliche Vorrichtung ununterbrochen zu dem Brenner emporgehoben wird, wird von einer, in einem Federhause eingeschlossenen Uhrfeder ausgeübt. Zum Behufe ihrer Uebertragung ist ein uhrwerkähnliches Räderwerk vorhanden. Der Hebeapparat ist gewöhnlich eine wirkliche Pumpe mit combinirtem Saug- und Druckwerk, jedoch giebt es auch Lampen, bei welchen die archimedische Schraube zum Heben des Oeles in Anwendung gebracht worden ist. In dem Sockel der Uhr ist das Oelreservoir mit der Pumpe und unter diesem das Uhrwerk; das Steigrohr, in welchem das Oel zum Brenner steigt, geht im Schafte der Säule nach oben. Der Oelbehälter und das Uhrwerk sind von einander durch einen horizontalen Boden getrennt.

2) Die Federlampe (Moderateur-, Regulateur-Lampe). Seit der Erfindung der Federlampe durch Franchot im Jahre 1837, die sich durch grössere Einfachheit und Wohlfeilheit und dadurch auszeichnet, dass sie selten in Unordnung kommt, sind die Uhrlampen fast ganz in den Hintergrund gedrängt worden. Das Wesentliche der Federlampe ist, dass ein mit zweckmässiger Liederung versehener grosser Kolben sich auf die Oberfläche des Oeles in den Oelbehälter legt, dieselbe mit Hülfe einer über ihm angebrachten gespannten Feder drückt und somit das Oel durch ein enges Steigrohr in den Brenner treibt. Fig. 19 zeigt eine Federlampe. In die Umhüllung ist im Fuss der Lampe das cylindrische Oelreservoir eingelöthet. Dieses Reservoir dient zugleich als Stiefel für den Kolben *A*, aus einer flachen Scheibe mit einem nach unten gebogenen Lederrand bestehend, welcher letztere zugleich als Liederung und als Ventil dient. Von dem Kolben erhebt sich die messingene Kolbenstange *B*, welche auf dem grössten Theile ihrer Länge eingeschnittene Zähne hat, in welche die Zähne eines am Griffe *D* umzudrehenden Getriebes eingreifen. Auf diese Weise wird der Kolben nach aufwärts bewegt. Nach abwärts geht der Kolben durch den Druck der Spiralfeder, welche zwischen dem Kolben und dem oberen Ende der cylindrischen Lampensäule steht und sich oben gegen *E* stützt; sie ist so beschaffen, dass sie den Kolben bis auf den Boden des Oelbehälters hinabtreiben kann, ohne sich völlig ausgedehnt zu haben. Im nichtgefüllten Zustande ruht der Kolben auf dem Boden. Giesst man nun durch den am oberen Ende der Lampensäule befindlichen Trichter Oel ein, so sammelt sich dasselbe über dem Kolben *A* an. Wird derselbe nun durch Umdrehen von *D* nach aufwärts bewegt, so strebt die Erhebung des Kolbens zwischen ihm und dem Boden des Oelbehälters einen luftverdünnten Raum zu erzeugen; der äussere Atmosphärendruck drückt daher das Oel neben dem als Ventil dienenden Lederrand des Kolbens nach abwärts, bis nach und nach alles Oel unter den Kolben getreten ist. Sobald *D* nicht mehr festgehalten wird, fängt die Feder, welche durch die Erhebung des Kolbens zusammengepresst wurde, sofort an, mittelst des Kolbens auf das Oel zu drücken. Der Lederkranz am Rande des Kolbens wird durch den Druck, den das Oel ausübt, dicht an die Wandung des Oelbehälters getrieben, so dass kein Oel entweichen kann. Der

einzige Abflusskanal, welcher dem Oel gestattet ist, ist durch das Rohr *C*, welches oben mit dem Brenner communicirt. Die Feder ist genau adjustirt

Fig. 19.

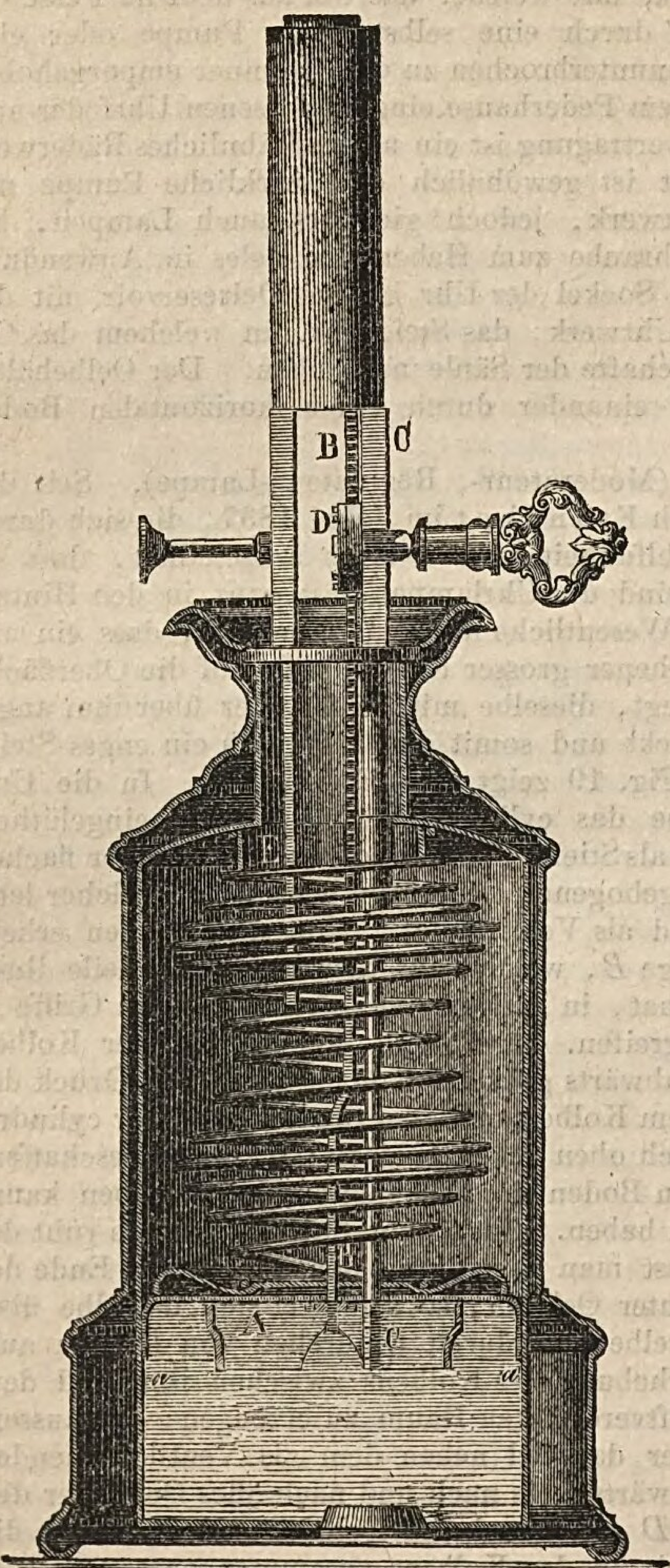


Fig. 20.

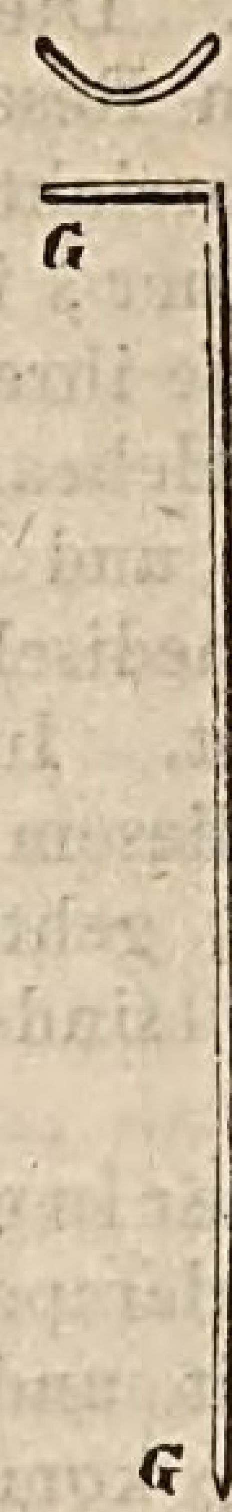
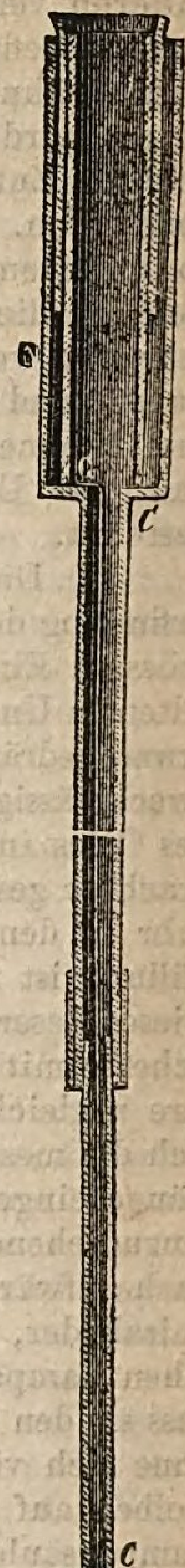


Fig. 21.



und ihre Ausdehnung ist gleich dem Volumen des verbrennenden Oeles, daher immer ein gleiches Niveau erhalten bleibt. Hat nach mehrstündigem Brennen

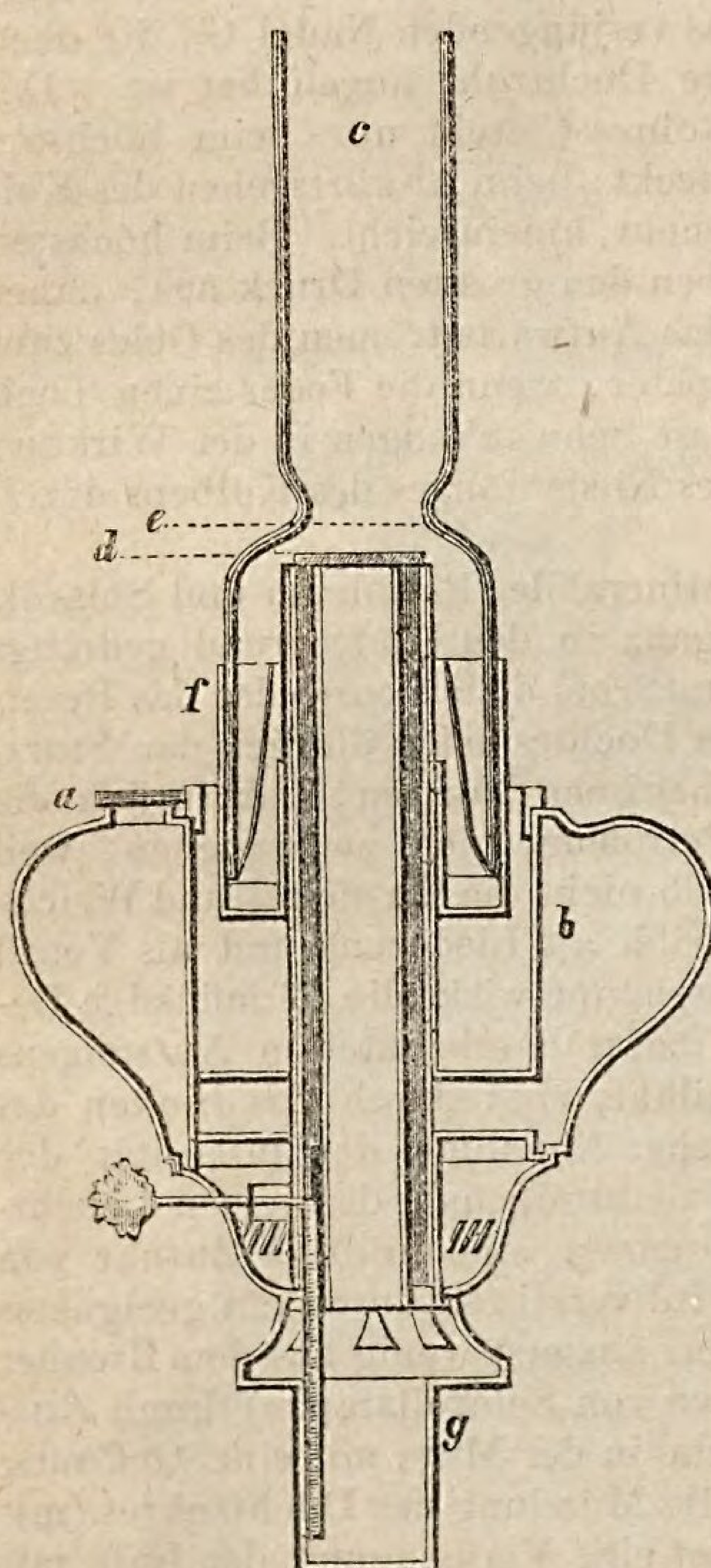
der Kolben den Boden des Oelcylinders erreicht, so hört die Oelbewegung auf; man muss deshalb schon ehe dieser Zeitpunkt eintritt die Lampe aufziehen, d. h. durch Umdrehung des Griffes *D* die Zahnstange *B* und mit ihr den Kolben heben, wodurch die Feder zusammengepresst, also gespannt wird. Wäre dem Oel das Aufsteigen in dem Steigrohre *C* ohne alle Hindernisse gestattet, so würde die Lampe nicht nur schnell erschöpft und das Wiederaufziehen in sehr kurzen Zeiträumen nöthig werden, ja es könnte sogar der Fall sein, dass das Oel aus dem Brenner, statt unmerklich überzufliessen, hastig hervorsprudelte. Um dies zu verhindern, ist an der Federlampe eine Vorrichtung angebracht, durch welche die Geschwindigkeit des nach dem Brenner strömenden Oeles moderirt werden kann. Diese Vorrichtung, Moderateur genannt, besteht (Fig. 20 und 21) aus einer in der Mitte des Steigrohres *C* hängenden, nach unten sich etwas verjüngenden Nadel *G*, die oben rechtwinkelig gebogen und an das innere Dochtrohr angelöthet ist. Der untere verschiebbare engere Theil des Rohres *C* steht nur beim höchsten Stande des Kolbens so, dass *G* auch in *C* steckt; beim Abwärtsgehen des Kolbens zieht *C* sich zurück, so dass *G* nicht mehr hineinreicht. Beim höchsten Kolbenstande übt die Feder auf den Kolben den grössten Druck aus, daher wird das Abwärtsgehen des Kolbens und das Aufwärtsströmen des Oeles zum Brenner anfangs schneller erfolgen, als später, wenn die Feder einen Theil ihrer Spannung verloren hat. Um nun diese Schwankungen in der Wirkung der Feder aufzuheben, wird im Anfang des Niederganges des Kolbens durch die Nadel *G* das Steigrohr verengert.

3) Die Petroleumlampen. Die Mineralöle, Petroleum und Solaröl, die seit etwa 15 Jahren das Rüböl fast ganz in den Hintergrund gedrängt haben, werden nur in Sauglampen verbrannt, bei denen entweder das Reservoir für das Leuchtmaterial unterhalb des Dochtes oder ähnlich den Sturzlampen seitlich davon sich befindet. Mechanische Lampen, namentlich die Moderateurlampe, sind auf Solaröl und Petroleum nicht zu brauchen, weil beide Oele der Fettigkeit bar sind und deshalb nicht die Elasticität und Weichheit des Leders am Kolben, welches zugleich als Liederung und als Ventil dient, zu erhalten vermögen. Bei der Sauglampe wirkt die dünnflüssige Beschaffenheit der Mineralöle in Folge des dadurch erleichterten Aufsteigens in den Capillarröhren des Dochtes vortheilhaft ein; durch das Sinken des Niveaus im Behälter wird keine merkliche Abnahme der Intensität der Flamme verursacht. Bei dem grossen Kohlenstoffgehalt der neuen Leuchtstoffe ist zum rauch- und russfreien Verbrennen eine kräftige Zufuhr von atmosphärischer Luft erforderlich; diese wird vermittelt durch ein geeignetes Zugglas, ferner dadurch, dass der Docht nur äusserst wenig aus dem Brenner hervorragt, und endlich (bei gewissen Arten von Solaröllampen) durch Aufsetzen einer gewölbten Messingkapsel, welche in der Mitte mit einer Oeffnung versehen ist, etwas länger und breiter als die Mündung des Dochtrohres (mit flachem Dochte); unter der Wölbung findet eine Vermengung der Luft mit den brennenden Dämpfen des Mineralöles statt, worin das Mittel zur stärkeren Luftzufuhr und Verhinderung des Russens liegt. Zum Verständniss der Construction der Solar- und Petroleumlampen ist das Eine nicht zu vergessen, dass alle diese Lampen in Folge des verhältnissmässig niedrigen Siedepunktes der genannten Leuchtmaterialien Dampflampen sind, d. h. es verbrennen in denselben die Dämpfe, die sich in der Nähe des Brenners aus der Flüssigkeit, ohne dass dieses eine Zersetzung erleidet, bilden, während bei den

Oellampen Zersetzungsprodukte in der Flamme zur Verbrennung kommen, die erst bei weit höherer Temperatur sich bilden, als die Dämpfe aus dem Solaröl und Petroleum. Man hat daher, um selbst die Möglichkeit der Explosion zu entfernen, bei allen diesen Lampen Vorkehrungen zu treffen, dass die Flüssigkeiten in dem Reservoir sich nicht erwärmen. Namentlich sucht man den die Flamme speisenden Luftstrom zur Abkühlung des Brenners heranzuziehen.

Von den unzähligen und mitunter höchst eleganten Constructionen von Petroleum- und Solaröllampen sei eine der bewährtesten und zwar die von R. Ditmar (in Wien) speciell beschrieben. Dieselbe besteht (Fig. 22) aus einem metallenen Oelbehälter *b*, der ringförmig die Dochtröhre umgiebt und mit dieser nur durch eine horizontale Röhre in Verbindung steht, um das Oel dem Docht zuzuführen. *a* ist eine mit einer durchbohrten Schraube verschlossene Oeffnung zum Einfüllen des Oeles in den Behälter *b*. Die Lampen haben einen runden Docht und doppelten Luftzug, sie sind ferner mit eingezogenem Glascylinder *c* versehen, dessen Träger *f* verschiebbar ist, um jenem eine passende Stellung zu geben, weil dadurch die Wirkung der Flamme theilweise bedingt ist. Die Einbiegung des Glases soll ungefähr 3 Linien über dem Dochtende stehen, wie dies die Linien *d* und *e* andeuten, so dass der grössere Theil der leuchtenden Flamme, die im Ganzen ungefähr 6 Cent. hoch brennen soll, sich über der Einbiegung des Glases befindet. Steht das Glas zu hoch, so brennt das Oel roth; steht es zu tief, so wird die Flamme klein und unansehnlich. Der Oelbehälter erwärmt sich während der ganzen Brennzeit nicht, weil er bei seiner ringförmigen Gestalt eine grosse Oberfläche hat, die in Folge der starken Luftströmung, welche durch das Brennen selbst bedingt ist, fortwährend mit kalter Luft in Berührung steht. Eine bedeutendere Dampfbildung ist deshalb bei diesen Lampen nicht zu befürchten.

Fig. 22.



III. *Die Beleuchtung mit Gas.*

Das Princip der Gasbeleuchtung ist ganz dasselbe wie das der übrigen Beleuchtungsmethoden, da es, wissenschaftlich gesprochen,

keine andere Beleuchtung als Gasbeleuchtung giebt. Wenn man in Erwägung zieht, dass in dem brennenden Dochte das Leuchtgas aus dem Leuchtmaterial erzeugt und fast in demselben Augenblicke verbrannt wird, so ist es einleuchtend, dass die Beleuchtung mit Oel (Rüböl oder Petroleum), Wachs, Paraffin oder Stearinsäure sich von der Gasbeleuchtung nur durch den Ort der Gaserzeugung und durch die Zeit der Verbrennung unterscheidet. In dieser Beziehung könnte man die Gasbeleuchtung einen Rückschritt und folgende Bemerkung eines bekannten Chemikers eine sehr treffende nennen: „Wäre die Gasbeleuchtung die ursprüngliche, oder hätte man später die Kerze oder die Lampe erfunden, in welcher die complicirten Operationen der Gasfabriken gewissermaassen zu einem Mikrokosmos selbstthätig und selbstregulirend verschmolzen sind, so würde man diese Erfindung sicher zu den grössten unseres Jahrhunderts rechnen und als einen Triumph der Intelligenz preisen." Wollte man Leuchtgas aus Oel oder aus Wachs oder aus Stearinsäure und Paraffin darstellen, so wäre der citirte Ausspruch gerechtfertigt, so aber wendet man Materialien wie Steinkohle, Holz, Torf, Fabrikrückstände u. s. w., überhaupt Substanzen zur Gaserzeugung an, die für sich nie als Leuchtmaterialien benutzt werden können. Ausserdem ist wohl zu berücksichtigen, dass bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge die Steinkohlengasanstalten, sowie die Holzgasfabriken, im Wesentlichen Verkokungsanstalten sind, welche mehr durch den Verkauf von Koks und die Verarbeitung der Nebenprodukte (Theer, Ammoniakwasser, Schwefel der Laming'schen Masse) bestehen und das Gas, in manchen Fabriken wenigstens, in die zweite Linie tritt.

I. Steinkohlengas. Die Steinkohlen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, kleinen Mengen von Stickstoff, Aschebestandtheilen und grösseren oder geringeren Mengen Schwefelkies. In technischer Beziehung unterscheidet man Backkohlen, die sich beim Erhitzen erweichen und aufblähen, Sandkohlen, die beim Erhitzen nur eine Volumenverminderung zeigen, und endlich Sinterkohlen, welche beim Erhitzen zusammensintern und zusammenfallen. Die Backkohlen zeichnen sich durch grossen Wasserstoffgehalt aus und sind deshalb die zur Leuchtgasfabrikation geeignetsten Kohlen. Unter denjenigen Backkohlen, die man schlechtweg Gaskohlen nennt, zeichnet sich wieder die Cannelkohle aus, die nur in einigen Gegenden des britischen Reiches, so z. B. in Lancashire im Norden Englands und auch in Schottland in der Nähe von Glasgow gefunden wird. Der Cannelkohle steht die Kohle von

Newcastle, die **Bogheadkohle** und die böhmische Blattelkohle sehr nahe. In Frankreich und Belgien wendet man die Kohle von Mons und Commentry, in Deutschland sächsische, schlesische, englische und rheinische oder westphälische Kohlen an. Die zur Gasfabrikation sich eignenden Kohlen dürfen nur wenig Schwefel enthalten und nach dem Verbrennen nur sehr geringe Mengen Asche hinterlassen.

1 Zollcentner deutsche Steinkohlen giebt im Durchschnitt 14 Kubikmeter oder 500 engl. Kubikfuss Gas*) und 35 Kilogr. oder 150 Volumenprocente Koks. Die englischen Kohlen, namentlich die Kohlen von Newcastle geben durchschnittlich 550 Kubikfuss, die Bogheadkohle giebt 824 Kubikfuss Gas. Die Zersetzung der Gaskohle lässt sich durch folgendes Schema veranschaulichen: 100 Th. Steinkohle bestehend aus

Kohlenstoff	78,0	geben		
Wasserstoff	4,0		Koks	70—75
Stickstoff	1,5		Leuchtgas	30—75
Schwefel	0,8		Theer	
chem. gebundenem Wasser	5,7		Ammoniakwasser . .	
hygroskop. Wasser . . .	5,0			100,0
Asche	5,0			
	100,0			

Die Bestandtheile dieser **vier** Produkte der Kohlendestillation sind folgende:

I. *Koks*	Kohlenstoff	90—95
	Schwefeleisen (Fe_7S_8)	10— 5
	Erdige Bestandtheile	
		100

II. *Ammoniakwasser*	Hauptbestandtheile	Kohlens. Ammon	$2(NH_4)_2CO_3 + CO_2$
		Schwefelammon	$(NH_4)_2S$
	Accessorische Bestandtheile	Chlorammon	NH_4Cl
		Cyanammon	NH_4CN
		Schwefelcyanammon	NH_4CNS

*) 1 Kubikmeter = 35,31 engl. Kubikfuss
40,22 bayer. „
32,34 rhein. „
31,65 Wiener „
1000 Kubikfuss englisch = 283 Kubikmeter
= 1138 bayer. Kubikfuss
915 rhein. „
896 Wiener „

- III. *Theer*
 - Kohlenwasserstoffe
 - flüssige
 - Benzol C_6H_6
 - Toluol C_7H_8
 - Methyltoluol, Isoxylol C_8H_{10}
 - Pseudocumol C_9H_{12}
 - Cymol $C_{10}H_{14}$
 - Propyl C_3H_7
 - Butyl C_4H_9 u. s. w.
 - feste
 - Naphtalin $C_{10}H_8$
 - Acetylnaphtalin (Acenaphten) $C_{12}H_{10}$
 - Fluoren $C_{13}H_{10}$
 - Anthracen, Isoanthracen, Phenanthren $C_{14}H_{10}$
 - Methylanthracen $C_{15}H_{12}$
 - Reten $C_{16}H_{12}$
 - Chrysen $C_{18}H_{12}$
 - Pyren $C_{16}H_{10}$
 - Säuren u. Ester
 - Phenol (Monoxybenzol) C_6H_6O
 - Kresol
 - Orthokresol (Monoxytoluol), Parakresol, Metakresol C_7H_8O
 - Phlorol (Isomonoxyxylol) $C_8H_{10}O$
 - Rosolsäure $C_{20}H_{16}O_3$
 - Oxyphensäure (Dioxybenzol) $C_6H_6O_2$
 - Kreosot, bestehend wesentlich aus den drei homologen Körpern $C_7H_8O_2$, $C_8H_{10}O_2$, $C_9H_{12}O_2$ — **Methylester der Oxyphensäure und damit homologer Säuren.**
 - Basen
 - Pyridin C_8H_5N — Leukolin C_9H_7N — Coridin $C_{10}H_{15}N$
 - Anilin C_6H_7N — Iridolin $C_{10}H_9N$ — Rubidin $C_{11}H_{17}N$
 - Picolin C_6H_8N — Kryptidin $C_{11}H_{11}N$ — Viridin $C_{12}H_{19}N$
 - Lutidin C_7H_9N — Acridin $C_{12}H_9N$
 - Collidin $C_8H_{11}N$
 - Asphalt bildende Bestandtheile
 - Anthracen
 - Brandharze
 - Kohle
- IV. *Leuchtgas*
 - α) Leuchtende Bestandtheile oder Lichtgeber
 - Gase
 - Acetylen C_2H_2
 - Elayl (Aethylen) C_2H_4
 - Trityl (Propylen) C_3H_6
 - Ditetryl (Butylen) C_4H_8
 - Dämpfe
 - Benzol C_6H_6
 - Styrolen C_8H_8
 - Naphtalin $C_{10}H_8$
 - Acetylnaphtalin $C_{12}H_{10}$
 - Fluoren $C_{13}H_{10}$
 - Propyl C_3H_7
 - Butyl C_4H_9

IV. *Leuchtgas*	β) Verdünnende Bestandtheile oder Lichtträger	Wasserstoff	H_2
		Carbol (Sumpfgas, Methan, Methylwasserstoff)	CH_4
		Kohlenoxyd	CO
	γ) Verunreinigende Bestandtheile	Kohlensäure	CO_2
		Ammoniak	NH_3
		Cyan	CN
		Schwefelcyan	CNS
		Schwefelwasserstoff	SH_2
		Geschwefelte Kohlenwasserstoffe, ferner auch Schwefelkohlenstoff	S_2C
		Stickstoff	N

Die B e r e i t u n g d e s L e u c h t g a s e s a u s S t e i n k o h l e n (ebenso wie die aus anderen Materialien wie Holz, Harz, Oel u. dergl.) geschieht in drei auf einander folgenden Operationen, diese sind a) die Darstellung des rohen Leuchtgases durch Destillation der Steinkohlen in Retorten; b) die Verdichtung des grössten Theiles der flüssigen Destillationsprodukte in besonderen Condensationsapparaten; c) die Reinigung der gasigen Produkte von allen die Leuchtkraft und andere Eigenschaften des Gases beeinträchtigenden Bestandtheilen.

a) Die Darstellung des rohen Leuchtgases. Die Darstellung des rohen Leuchtgases geschieht durch trockene Destillation der Steinkohlen, hierzu gehört Glühhitze einerseits und andererseits möglichster Abschluss der Luft. Die Erfüllung dieser beiden Bedingungen, an welche der Vorgang bei der trockenen Destillation ganz besonders geknüpft ist, führte zur Construction derjenigen Apparate, in welchen man die Destillation der Kohle ausführt. Diese Destillationsapparate, deren sich die Gastechnik zur Gasbereitung bedient, heissen R e t o r t e n. Die ersten Leuchtgasretorten waren Cylinder von G u s s e i s e n. Der Umstand aber, dass sich die eisernen Retorten zu leicht abnutzten, auch kostspielig in der Anschaffung waren, gab die Veranlassung der Einführung der t h ö n e r n e n Retorten. Was die D i m e n s i o n e n derselben betrifft, so verwendet man meist solche, welche ungefähr 100 Kilogr. Kohlen zu fassen vermögen und von diesem Quantum etwa zur Hälfte bis zu 0,6 des inneren Raumes angefüllt werden. In England bedient man sich neuerdings zur Destillation der Kohlen eigenthümlicher Retorten, die weder von Eisen sind, noch von Thon, auch nicht aus einem Stück, sondern aus einzelnen nach dem Modell der Retorten geformten Steinen oder Plattenstücken aus einem feuerfesten Material, den D i n a s t e i n e n, aufgemauert sind. Diese Steine bestehen aus einem feuerfesten Sand (fast reinem Quarzsand), welchen man nach dem Zerkleinern und Anfeuchten mit 1 Proc. Kalk mengt, zu Platten presst, trocknet und brennt. Ausser den Retorten von Gusseisen, Dinasteinen und Thon hat man auch deren aus g e n i e t e t e m E i s e n b l e c h; sie sind von der Form flacher breiter Backöfen, werden meist einzeln in eine Feuerung gelegt, auf der unteren Seite häufig aus einer gusseisernen Platte bestehend und mit Backsteinen armirt. Der Deckel, welcher zum Verschluss des offenen Retortenendes dient, wird nicht an die Retorte,

sondern an ein Mundstück oder einen Kopf aus Gusseisen befestigt, der mit der Retorte durch Flantschen und Schrauben verbunden ist. Auch bei den thönernen Retorten ist das Mundstück von Gusseisen. Die Wand der Thonretorte ist am Rande verstärkt und in diesem Theile sind in die Thonmasse 6 oder 8 eiserne Bolzen eingesenkt, deren aus dem Thon hervorragende Theile Schraubenspindeln vorstellen. Letztere werden durch Oeffnungen in den Flantschen des eisernen Kopfes hindurchgesteckt und auf der anderen Seite durch Schraubenmuttern angezogen. Zum Dichten der Fugen zwischen Retorte und Kopf dient eine Mischung aus Eisenfeile und Gyps, welche mit Salmiaklösung zu einem Brei angerührt wird. Auf dem oberen Theile des Mundstückes ist ein Stück Gasrohr mit der dazu gehörigen Flantsche aufgegossen, auf welchem das Rohr zur Leitung des Gases in die Vorlage aufgesetzt wird. Da das Mundstück ausserhalb der Feuerung sich befindet, mithin eine weit grössere Dauer hat als die im Feuer liegende Retorte, so wird es beim Auswechseln der Retorte immer wieder gebraucht, daher die Retorten immer nach dem nämlichen Model gegossen werden müssen. Die mit dem Mundstück oder dem Retortenkopf versehenen (armirten) Retorten werden horizontal in den Retortenofen (Gasofen) in der Art eingemauert, dass der Hals der Retorten frei bleibt. Die Anzahl der Retorten in einem Ofen beträgt in grösseren Gasfabriken 5—7, doch giebt es auch Oefen mit 12 und 13 Retorten. Das Chargiren (oder Laden) der Retorten geschieht meist mittelst einer muldenförmigen Schaufel aus Eisenblech, welche die Länge der zu beschickenden Retorte hat und die Gesammtmenge Kohlen fasst, welche die Retorte zu einer Charge braucht. Nach dem Schliessen der beschickten Retorte findet sogleich lebhafte Entwickelung von Gas statt, welche nach und nach schwächer und nach Ablauf von 4—5 Stunden so schwach wird, dass man mit der Destillation aufhört. Zu diesem Behufe öffnet man den Retortendeckel und zündet zuvörderst die entweichenden Gase an, um einer Explosion derselben vorzubeugen. Der in der Retorte befindliche Rückstand, die Koks (bei Anwendung von Bogheadkohle die Schieferasche), welche gewöhnlich zu einer Masse zusammengebacken sind, werden mit Hülfe einer eisernen hakenförmigen Vorrichtung herausgezogen, entweder im glühenden Zustande sofort zur Heizung verwendet, oder, wie es fast immer der Fall ist, in eisernen Karren aufgesammelt, auf den Hof oder einen besonderen Platz gefahren und durch Wasser abgelöscht. Sofort nach dem Entleeren wird die Retorte von neuem beschickt. Es werden nie alle Retorten eines Ofens zu gleicher Zeit beschickt. Zum Heizen der Retorten dienen in der Regel Koks. Man nimmt an, dass zum Heizen der dritte Theil der in der Gasfabrik erzielten Koks verbraucht wird.

Ein jeder Gasofen ist mit einer Vorlage (Hydraulik, Trommel) versehen, durch welche die Aufsteigröhren mit den Retorten in Verbindung stehen und in der Regel auf den vorderen Theil des Ofens gelegt ist. Die Gasabzugsröhren haben einen Durchmesser von 12—18 Centimeter und steigen senkrecht nahe der Retortenmündung auf. Die Vorlage selbst ist ein weites horizontal liegendes Rohr (vergl. Fig. 23 *B*; in letzterer ist die Vorlage im Durchschnitt, rechtwinklig zur Längenaxe abgebildet) von Gusseisen oder von genietetem Eisenblech und von 30—60 Centimeter Durchmesser. Gewöhnlich läuft eine einzige Vorlage über eine ganze Ofenreihe und selten giebt man jedem einzelnen Gasofen seine eigene Vorlage. Die Vorlage ist entweder cylindrisch oder von ⌂ förmigem Querschnitte. Der Zweck der

Vorlage ist, aus sämmtlichen Retorten des Gasofens die flüchtigen Produkte der trockenen Destillation aufzunehmen und zu gleicher Zeit eine hydraulische Absperrung der einzelnen Retorten in der Art herbeizuführen, dass die in der Vorlage nicht condensirten Produkte zwar weiter nach den Verdichtungen und Reinigungsapparaten gehen, aber nicht rückwärts in die Retorte treten können. Bei Beginn der Thätigkeit eines Gasofens mit Wasser in die Vorlage gebracht, nach kurzer Zeit ist es durch Theer und Therwasser ersetzt. Damit sich aber die Vorlage nicht zu hoch damit fülle, ist eine Theerabflussröhre der Art an der Vorlage angebracht, dass letztere stets bis über die Höhe der Mündung des Gasrohres mit Theer und Theerwasser angefüllt bleibe. Die abgeleiteten Flüssigkeiten gehen nach der Theercisterne.

b) Die Condensation der flüchtigen Destillationsprodukte. Die flüchtigen Destillationsprodukte, welche in der Hydraulik nicht verdichtet wurden und deshalb aus dem Abzugsrohre der Vorlage strömen, bestehen aus einem Gemisch von Gas-, Wasser- und Theerdämpfen; in den Wasserdämpfen sind Ammoniaksalze (Cyanammon, kohlensaures Ammon, Schwefelammon etc.) gelöst. Das Gemisch gelangt nun zunächst in die Condensatoren, in welchen sich die Theer- und Wasserdämpfe in tropfbarflüssigem Zustande absetzen sollen. Die Ueberführung in den flüssigen Zustand lässt sich auf verschiedene Art herbeiführen, so durch Erniedrigung der Temperatur, wobei man das Gemisch bei abgekühlten festen Körpern herbeiführt oder das Gemenge durch kalte Flüssigkeiten leitet; es lässt sich aber auch die Verdichtung bewirken durch längeres Verweilen des Gemisches in einem von aussen abgekühlten Röhrensysteme. Anfänglich wendete man die Abkühlung mit Wasser an, wobei man auf ähnliche Weise verfuhr, wie bei der Verdichtung der Branntwein- und Spiritusdämpfe in den Kühlapparaten der Brennereien. Die Luftcondensation, die später an die Stelle der Verdichtung mit Hülfe von Wasser trat, verfährt auf die Weise, dass man die Destillationsprodukte einen langen Weg durch ein Röhrensystem aus Gusseisen zurücklegen lässt, wobei die Produkte ihre Wärme in Folge der guten Leitung des Gusseisens an die Luft abgeben; die dem Gase beigemengten Wasser- und Theerdämpfe werden dadurch in Flüssigkeiten übergeführt. Der gegenwärtig übliche Condensator besteht aus einer Reihe vertikaler Röhren, welche oben durch Bogenröhren untereinander verbunden sind und unten auf einem viereckigen Kasten stehen. Letzterer, von Gusseisen, ist der Länge und der Quere nach durch Zwischenwände in Fächer getheilt. Jedes Fach trägt ein Zuleitungsrohr und ein Ableitungsrohr. Zwischenwände gehen nicht ganz bis auf den Boden hinunter, die zum Absperren dienende Flüssigkeit, welche die einzelnen Abtheilungen abschliesst, kann somit durch den ganzen Kasten frei sich bewegen. In diesem Kasten sammelt sich das Gaswasser und der Theer.

Der Scrubber (Kokscondensator), welcher zur bessern Condensation neben den Röhrencondensers häufig Anwendung findet, bietet das Eigenthümliche dar, dass das Gas mit der Kühlflüssigkeit in unmittelbare Berührung gebracht wird. Der Scrubber gründet sich auf das Princip, das Gas in einem nicht zu grossen Raume mit einer möglichst grossen Oberfläche in Berührung zu bringen, und besteht aus eisernen, aus genieteten Blechen zusammengesetzten Cylindern (auch, wie in englischen Gasanstalten häufig aus Tonnen), welche mit Koksstückchen (oder Steinen oder groben Holzspänen oder auch Reissigbündeln, auch zuweilen Drainröhren) angefüllt sind, welche durch herabträufelndes Wasser feucht erhalten werden. Der Scrubber,

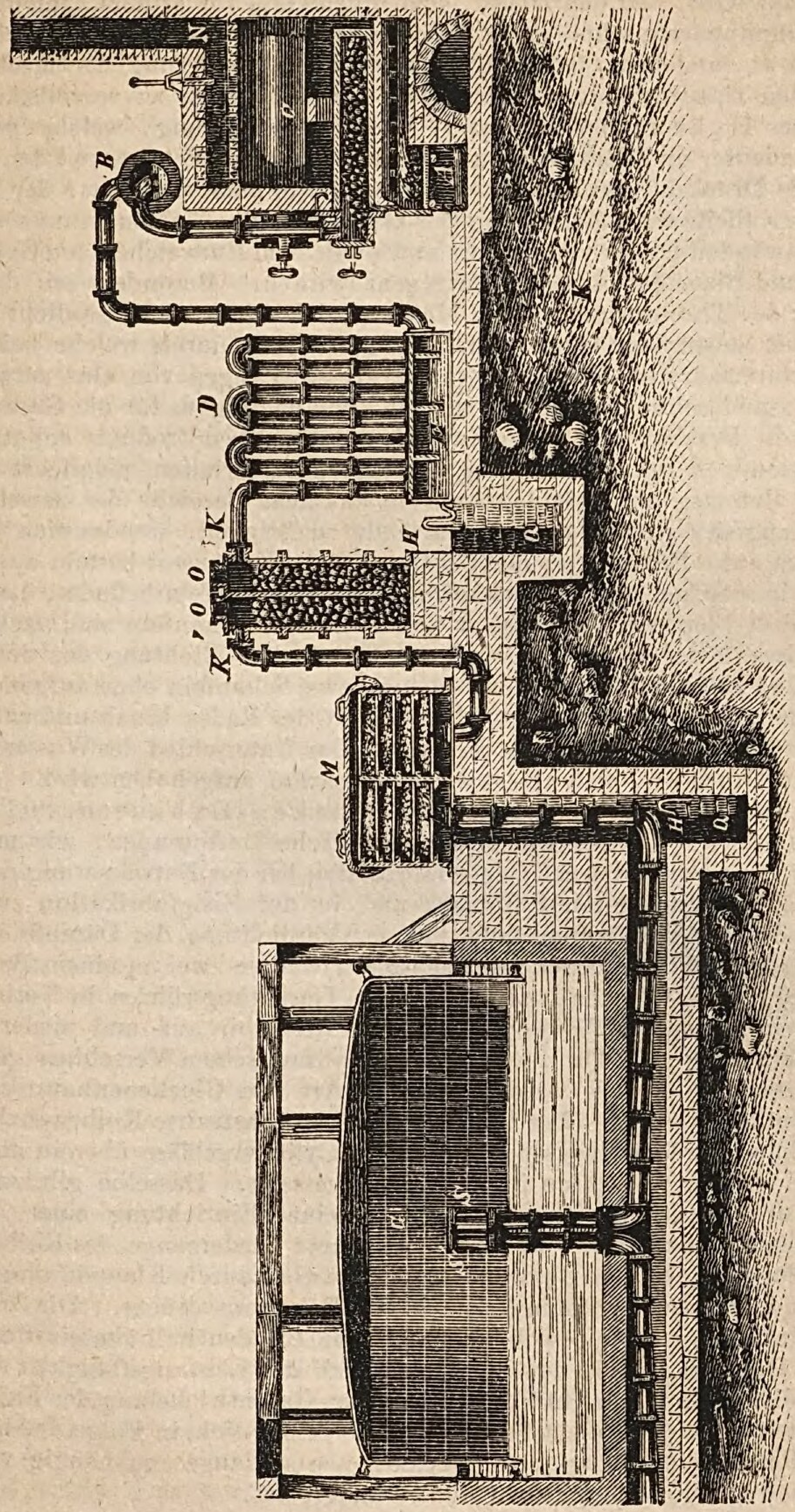


Fig. 23.

welchen man auch Wascher nennt, weil in der That das Gas in ihm gewaschen wird, hat den Zweck, dem rohen Gase vor seinem Eintritt in die Reinigungsapparate schon einen Theil des Schwefelwasserstoffes und Schwefelammons zu entziehen, ferner aber auch die Absonderung der mechanisch durch den Gasstrom mit fortgerissenen Theertheilchen zu vervollständigen.

Der Exhaustor (Aspirator) ist eine Vorrichtung, welche zwischen dem Condenser und dem Reinigungsapparat eingeschaltet ist und den Zweck hat, den Druck in den Retorten, welcher, wie man annimmt, der Hauptgrund zur theilweisen Zersetzung des Gases und des Kohlenabsatzes an den Retortenwänden ist, zu vermindern und somit dem Entweichen von Gas durch Poren und Risse der Retorten entgegenzuwirken. Besonders seit der Einführung der Thonretorten, deren Masse an sich schon nicht gasdicht ist und in welcher ausserdem leicht sich Sprünge bilden, durch welche bei einem Druck von mehreren Fuss Wasserhöhe grosse Mengen von Gas entweichen würden, und seitdem man erkannt hat, wie wichtig es für die Gasausbeute und für die Beschaffenheit des Gases sei, die flüchtigen Produkte der trocknen Destillation der zur Gasbereitung dienenden Materialien möglichst schnell aus den Retorten zu entfernen, um sie aus dem Bereiche der zersetzenden Einwirkung der glühenden Retortenwände zu bringen, wendet man die Exhaustoren an. Der ältere, nicht mehr übliche Exhaustor besteht aus einem Kasten, in welchem sich ein Schöpfrad mit vier Schaufeln befindet, das reichlich zu drei Viertheilen im Wasser steht; die vier Schaufeln sind nach Form der Kreisevolente gebogen. Wird das Rad in der Richtung der Schaufeln gedreht, so sinkt das Gas, das zwischen je zwei Schaufeln oben aufgenommen wird, nach und nach bis zum Mittelpunkte des Rades hinab und entweicht von hier aus durch zwei Seitenöffnungen. Der Unterschied des Wasserstandes giebt den Druck an, welcher von dem Apparate aufgehoben wird. Gegenwärtig werden häufig angewendet die Glocken-Exhaustoren, die in der That nichts anderes sind als hydraulische Luftpumpen, wie man sie z. B. auch verwendet in der Papierfabrikation bei der Entwässerung des endlosen Papierblattes durch Luftdruck und in der Essigfabrikation zur Entfernung der entsauerstofften Luft und zur Verdichtung der Dämpfe in dem Sperrwasser. Bei den Glocken-Exhaustoren werden zwei an einem Balancier befestigte eiserne Glocken, welche mit den Gasleitungsröhren in Verbindung stehen, in einem mit Wasser angefüllten Reservoir auf- und niederbewegt und so ein Saug- und Druckapparat mit hydraulischem Verschluss gebildet. Die Wasserschlussventile werden bei einer Art von Glockenexhaustor durch Klappventile vertreten. Der von Anderson construirte Kolben-Exhaustor stimmt in seiner Wirkungsweise mit einem Cylindergebläse überein und wird durch eine Dampfmaschine in Thätigkeit versetzt. Dasselbe gilt von dem Exhaustor von G. Kuhn, welcher in seiner Einrichtung einer doppelt wirkenden Pumpe ähnlich ist, beim Auf- und Niedergange des Kolbens aus der Vorlage das in den Retorten producirte Gas durch Klappöffnungen ansaugt und es durch Oeffnungen nach den Reinigern drückt. Die Wirkung ist mithin mit der einer gewöhnlichen Pumpe für den Fall übereinstimmend, dass die Gaserzeugung in den Retorten gleich der Leistungsfähigkeit des Exhaustors ist. Kann aber in Folge zu grosser Gasentwickelung der Exhaustor die entstehenden Gase nicht bewältigen, so öffnen sich in Folge des Druckes in den Retorten die Saug- und Druckklappen so lange unabhängig von der Kolbenbewegung, bis der Druck sich verändert hat.

c) *Die Reinigung des Leuchtgases.* Durch den Exhaustor wird das Gas nun aus dem Condensator und Scrubber in den Reinigungsapparat geführt, um hier von Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und verschiedenen Ammonverbindungen wie kohlensaurem Ammon, Cyanammon, Schwefelammon (sowie auch den das Ammoniak in dem nicht gereinigten Leuchtgas begleitenden organischen Basen, dem Anilin, Iridolin und dergl.) befreit zu werden. Zwar ist in dem Condensator und noch mehr in dem Scrubber ein grosser Theil dieser, das Leuchtgas verunreinigenden Bestandtheile auf mechanischem Wege aus dem Gase entfernt worden, ein Theil davon hat sich jedoch der Verdichtung und der Wirkung des Wassers in dem Scrubber entzogen und muss nun auf chemischem Wege in den Reinigern auf das vollständigste entfernt werden.

Als chemisches Reinigungsmittel des Leuchtgases verwendete man vom Anfange an Aetzkalk, dessen Anwendung theils in nasser Form als Kalkmilch, theils in trockner Gestalt als feuchtes Kalkhydrat erfolgt. Der Reiniger mit Kalkmilch bestand aus cylindrischen Gefässen aus Gusseisen mit Kalkmilch angefüllt, durch welche das zu reinigende Gas strömte. Die Kalktheilchen mussten durch eine Rührvorrichtung in steter Bewegung erhalten werden. Die Kalkmilch nahm die Kohlensäure und den Schwefelwasserstoff, und auch einen namhaften Theil des Ammoniaks auf. Die nasse Reinigung hat indessen in den meisten Gaswerken der trocknen Reinigung durch trockenes oder angefeuchtetes Kalkhydrat weichen müssen, weil letztere in Folge der vollkommeneren Reinigung, ohne dass der Druck bedeutend sich steigert, grosse Vortheile darbietet. Um den pulverförmig gelöschten Kalk zu lockern und den Durchgang des zu reinigenden Gases durch denselben zu erleichtern, vermengt man ihn mit Häcksel, Sägespänen, erschöpfter Gerberlohe u. s. w. Solche Mischungen sind so locker, dass man sie in Schichten von 15—20 Centimeter Dicke auf die Siebe bringen kann, ohne dass sie einen namhaften Widerstand leisten, und dass sie, in fünf Schichten, eine jede von 20 Centimeter Dicke innerhalb eines Reinigers ausgebreitet, nicht viel mehr als einen Wasserzoll Druck in Anspruch nehmen. Was die Menge Kalk betrifft, welche zum Reinigen eines bestimmten Quantums Gas erforderlich ist, so beträgt dieselbe auf 1000 Cubikfuss (engl.) Gas aus Newcastle-Kohlen durchschnittlich 2,6 Kilogramm (im ungelöschten Zustande). Der Gaskalk dient als Düngemittel oder als Wegbaumaterial. Er enthält neben unverändertem Kalkhydrat Calciumsulfhydrat in so bedeutender Menge, dass der Gaskalk in neuerer Zeit in der Gerberei zum Enthaaren der Felle angewendet wird, wobei das Calciumsulfhydrat durch geringe Mengen von Calciumcyanür (1000 Kilogr. Gaskalk geben 12—15 Kilogr. Berlinerblau) in seiner Wirkung unterstützt wird.

Die Anwendung des Kalkes als Reinigungsmittel des Gases erwies sich, wie die Erfahrung bald zeigte, als nicht genügend. Werden auch durch den Kalk Schwefelwasserstoff und Kohlensäure entfernt, so bleibt doch das Ammoniak zurück, welches in den Verbrennungsprodukten des Leuchtgases in störender Weise sich bemerklich macht. Die beim Verbrennen von ammoniakhaltigem Leuchtgase sich bildende salpetrige Säure übt auf gewisse metallene Gegenstände in kurzer Zeit einen merklichen nachtheiligen Einfluss aus. Man wurde deshalb zur vollständigeren Reinigung des Leuchtgases gezwungen, was man durch Metallsalze wie Eisenvitriol, Manganchlorür u. dergl. zu erreichen suchte. Das beste derartige Mittel ist die sogenannte Laming'sche

Mischung. Die ursprüngliche Vorschrift bestand in einer Mischung von Eisenchlorür mit Aetzkalk oder Kreide, welche, um die Masse lockerer zu machen, mit Sägespänen versetzt werden sollte. Das Eisenchlorür zerlegt sich mit dem Kalk oder der Kreide zu Eisenoxydul (reinem oder kohlensaurem) und Chlorcalcium; die zuerst schwarzgrüne Farbe der Mischung geht durch Oxydation an der Luft in Roth über und man hat dann ein Gemisch von Eisenoxyd und Chlorcalcium. Anstatt des Eisenchlorürs wendet man bei der Bereitung der Mischung jetzt allgemein Eisenvitriol an, welchen man mit gelöschtem und gesiebtem Kalk und mit $^1/_5$ bis $^1/_4$ des ganzen Volumens der Masse an Sägespänen mengt. Hierauf wird die Masse flach ausgebreitet und mit Wasser benetzt. Man überlässt nun die Masse sich selbst 24 Stunden lang, nach welcher Zeit sie zum Gebrauche geeignet ist. Die Anwendung der Masse erfolgt in trocknen Reinigern (vergl. Fig. 23 *M*). Nach einer Untersuchung von A. Wagner in München (1867) soll das Eisenoxyd der Laming'schen Masse durch den Schwefelwasserstoff in Eisensesquisulfuret ($Fe_2 S_3$) verwandelt werden und diese Verbindung dann an der Luft unter Ausscheidung seines ganzen Schwefelgehaltes in Eisenoxyd übergehen. Ist das Laming'sche Mittel längere Zeit im Gebrauche gewesen, so nimmt seine Wirkung ab, was darin seinen Grund hat, dass der Schwefel sich darin bis zur Menge von 40 Proc. ansammelt, ferner die einzelnen Theilchen mit der Zeit mit einer schmierigen Hülle überkleidet werden, welche den Zutritt des Gases absperrt. Wie früher schon hervorgehoben, röstet man gegenwärtig an vielen Orten, nachdem das Ammoniaksalz und das Cyaneisen (letzteres in Form von Ferrocyancalcium) daraus durch Auslaugen entfernt wurden, das schwefelhaltige Gemenge, um schweflige Säure für die Schwefelsäurefabrikation und andererseits Eisenoxyd zu erzeugen, welches von Neuem zur Entschwefelung des Kohlengases dienen kann. Die Bereitung von Berlinerblau und Blutlaugensalz aus der Laming'schen Mischung wird gegenwärtig an mehreren Orten im Grossen betrieben.

Der Gasbehälter oder Gasometer hat nicht nur den Zweck, als Sammelapparat für eine grössere Quantität fertigen und gereinigten Leuchtgases zu dienen, sondern auch, um durch den gleichförmigen Druck auf das in ihm enthaltene Gas, ein gleichförmiges Ausströmen aus den Brennern und in Folge dessen eine ruhige und gleich grosse Flamme hervorzubringen. Der Gasbehälter besteht aus drei Theilen, nämlich: 1) dem Wasserbehälter oder Bassin, einem runden wasserdichten Becken mit vertikalen Wänden, zur Aufnahme des als Sperrflüssigkeit dienenden Wassers bestimmt; 2) der Glocke oder der Kuppel, dem eigentlichen Gasbehälter, welcher durch angebrachte Führungen in dem Bassin frei auf- und abbewegt werden kann; 3) den beiden Gasleitungsröhren und zwar eine für die Zufuhr, die andere für die Ableitung des Gases.

Der Wasserbehälter wurde früher gewöhnlich aus gusseisernen Platten hergestellt, deren Ränder mit durchlöcherten Flantschen versehen waren, mittelst deren sie aneinander gefügt und durch Schrauben zusammengezogen wurden, nachdem Eisenkitt dazwischen gelegt worden war. Gegen-

wärtig sind die gemauerten (aus Back- oder Sandsteinen mit Cäment verbunden) Bassins allgemein eingeführt. Der Boden des Reservoir besteht entweder aus einer Ziegelsteinlage mit Cäment, unter welcher sich eine Lage Thon oder Lehm befindet, oder es wird ein Kegel von Erde darin stehen gelassen, welcher aber ebenfalls mit einer Thonschicht oder mit einer mittelst Cäment verbundenen Ziegelsteinlage überkleidet sein muss. Letztere Einrichtung hat den Zweck, die Masse des Wassers im Behälter zu vermindern. Die Glocken oder Kuppeln werden stets aus zusammengenieteten Tafeln von Eisenblech hergestellt, die Nietfugen sind durch Theer gedichtet und die Oberfläche der Glocke allenthalben mit Theeranstrich versehen. Die Führung der Glocke suchte man früher dadurch zu bewirken, dass man die im Wasserbehälter frei sich bewegende Glocke im Mittelpunkte des Deckels an einer über Rollen laufenden Kette aufhing, an deren anderem Ende ein Gegengewicht befindlich war, um das Gewicht des Gasometers so weit auszugleichen, dass er beim Einsinken in das Wasser nur den erforderlichen Druck auf das Gas ausübte, nicht mehr und nicht weniger. Gegenwärtig sieht man von der Balancirung ab und giebt einer durch Leitrollen bewirkten Führung den Vorzug. Die Seitenwände der Glocken hat man dadurch zu erhöhen gesucht, dass man diese nach Art der aus in einander schiebbaren Röhren gefertigten Teleskope in einander geschoben und so Gasometer construirt hat, die man mit dem Namen Teleskop-Gasometer bezeichnet hat. Durch diese Einrichtung hat man einen grossen Raum für das Gas geschaffen, ohne dass bei der ersten Füllung desselben mit Gas ein entsprechend tiefes Wasserbassin nöthig wäre. Von den beiden Gasleitungsröhren führt die eine, die Zuleitungsröhre das Gas zu, die andere, das Abführungsrohr, das Gas nach dem Consumtionsorte ab. Die Röhren sind von Gusseisen und münden beide über dem Niveau der Sperrflüssigkeit (Fig. 23).

Eine Scala, mit welcher jeder Gasbehälter versehen ist, giebt den Stand der Glocke und mithin auch den Gasinhalt derselben an. Der kubische Inhalt des Gasometers ist sehr verschieden und variirt von 1000—2000 Cubikfuss bis zu solchen von über 45 Meter Durchmesser und 20 Meter Höhe, welche über 1 Million Cubikfuss Gas fassen. Nach der von Riedinger aufgestellten Regel soll der kubische Inhalt der Glocke dem 2—2½fachen Betrag des täglichen Mittels aus dem Jahresconsum entsprechen. Das Füllen des Gasometers geht auf folgende Weise vor sich. Ist das Austrittsrohr des Gasbehälters *S'* Fig. 23 geschlossen und strömt durch das Zufuhrrohr Gas ein, so sammelt sich dasselbe zwischen dem Niveau des Wassers und der gewölbten Decke des Gasbehälters an und erleidet eine Pressung, welche auf die Oberfläche des Wassers wirkt, in deren Folge das Wasser in der Glocke sinkt und ausserhalb derselben in dem Wasserbehälter steigt. Hat das Wasser in dem Raume zwischen der Wandung des Wasserbehälters und der Glocke die Höhe erreicht, bei welcher der Wasserdruck dem Gewichte der im Wasser stehenden Glocke gleich ist, so hebt sich, ferneres Zuströmen des Gases vorausgesetzt, die Glocke und wird mit Gas gefüllt. Das Füllen wird fortgesetzt, bis die Glocke so hoch gestiegen ist, dass ihr unterer Rand nur noch etwa 20 Centimeter von der Wasseroberfläche entfernt ist. Wird, nach beendigtem Füllen der Glocke das Austrittsrohr geöffnet, so sinkt die Glocke in dem Verhältniss, als das Gas ausströmt, in den Wasserbehälter ein, bis sie den Boden des letzteren erreicht hat. Das Gewicht der Glocke bestimmt den Druck, unter welchem das Gas in den Röhrenleitungen den Brennern zugeführt wird.

Für eine Statik der Gasbereitung, welche das Gas, sein Volumen und seine Zusammensetzung verfolgt von dem Austritt der Retorte an durch die Vorlage, den Condenser, den Scrubber und die chemisch wirkenden Reiniger, bis es endlich aus dem Gasbehälter durch die Röhrenleitungen dem Consumenten zugeführt wird, sind nur wenige Materialien vorhanden. Werthvolle Anhaltepunkte geben in dieser Hinsicht die von Firle in Breslau angestellten Versuche. Das Gas, um welches es sich bei den von Firle angestellten Untersuchungen handelte, war Steinkohlengas; es wurde analysirt nach dem Austritt aus dem Röhrencondenser (*a*), nach dem Austritt aus dem Kokscondenser (*b*), nach dem Austritt aus der Waschmaschine (*c*), nach dem Austritt aus dem mit dem Laming'schen Mittel beschickten Reiniger (*d*), endlich nach dem Austritt aus dem Kalkreiniger (*e*); letzteres ist mithin vollständig gereinigtes Gas.

	a.	b.	c.	d.	e.
Wasserstoff	37,97	37,97	37,97	37,97	37,97
Grubengas (Carbol) . . .	39,78	38,81	38,48	40,29	39,37
Kohlenoxyd	7,21	7,15	7,11	3,93	3,97
Schwere Kohlenwasserstoffe	4,19	4,66	4,46	4,66	4,29
Stickstoff	4,81	4,99	6,89	7,86	9,99
Sauerstoff	0,31	0,47	0,15	0,48	0,61
Kohlensäure	3,72	3,87	3,39	3,33	0,41
Schwefelwasserstoff . . .	1,06	1,47	0,56	0,36	—
Ammoniak	0,95	0,54	—	—	—

Die Vertheilung des Leuchtgases. Das in dem Gasometer angesammelte Gas wird den Consumenten durch Röhrenleitungen zugeführt. Der Druck, durch welchen die Bewegung des Gases in den Leitungsröhren bedingt wird, ist der einer bestimmten Wasserhöhe entsprechende Druck des Gasometers. Von der Grösse dieses Druckes und von der Menge des Gases, welche in einem bestimmten Zeitraume auf eine gewisse Entfernung durch die Röhre geleitet werden soll, aber auch von dem specifischen Gewichte des Leuchtgases und den Abweichungen der Röhre von der Horizontalen ist der Durchmesser abhängig, welcher der Röhre gegeben werden muss, damit die Bewegung durch die Reibung, welche das Gas in den Röhren erleidet, nicht verzögert und daher in grösseren Entfernungen der Druck auf das fortbewegte Gas in dem Grade vermindert werde, dass die Flammenhöhe des Brenners abnehme. Die Röhren zur Hauptleitung (die Strassenleitung) sind aus Gusseisen und werden 0,6—1,6 Meter tief in die Erde gelegt; für die kleineren Zweigleitungen (die Häuserleitung) bedient man sich meist starker schmiedeeiserner Röhren. Die gusseisernen Leitungsröhren bestehen aus der Röhre, dem Muff oder dem Kopf. Letzterer ist eine Erweiterung der Röhre und soll das Ende der nächstfolgenden Röhre aufnehmen. An solchen Stellen, wo eine Abzweigung stattfinden soll, wird der Röhrenleitung eine sogenannte Spundröhre (eine mit kurzem Muffansatz versehene Röhre) eingefügt. Bei Strassenkreuzungen kommt eine Röhre mit zwei Spundröhren zur Anwendung. Die Röhren werden, nachdem sie auf ihre Gasdichte geprüft worden sind, mit einem Theeranstrich versehen und gasdicht mit einander verbunden, indem der Raum zwischen dem eingeschobenen Röhrenstück und der inneren Wand des Muffes mit einem geeigneten Kitt ausgefüllt wird. Ungeachtet sorgfältiger Verdichtungen des Röhrensystemes ist ein Verlust an Gas nicht zu vermeiden. In einzelnen Gasanstalten beträgt

die Leckage 15—20 Proc. Selbst bei gut und sorgfältig angelegten Röhrensystemen macht der Gasverlust 5—7 Proc. der Jahresproduktion aus. Die Hauptröhrenleitungen müssen möglichst weit sein, um in Folge geringerer Reibung des Gases das Ausscheiden des Naphtalins und der flüssigen Kohlenwasserstoffe zu verhindern. Um die während der Fortbewegung des Gases in der Röhrenleitung condensirten Wasserdämpfe und flüssigen Kohlenwasserstoffe, welche nach ihrer Verdichtung der Strömung des Gases Hindernisse bereiten, zu beseitigen, bringt man in der Röhrenleitung und zwar an den tiefst gelegenen Stellen derselben Wassersammler (Wassertöpfe, Siphons) an. Die Ableitungsröhren in den Gebäuden und im Innern derselben sind, wie oben bemerkt, aus Schmiedeeisen, oder weit häufiger aus Blei. Die Bleiröhren haben den grossen Vortheil der höchst bequemen Handhabung, aber auch den Nachtheil der Leichtschmelzbarkeit. Zinn-, Messing- und Kupferröhren sind zu theuer und haben, was die beiden letzteren betrifft, ausserdem grosse Schattenseiten, die Leitungsröhren aus Messing nämlich platzen sehr leicht in der Naht, wenn sie gebogen werden, die Kupferröhren dagegen werden von dem Gas, besonders wenn es vom Ammoniak nicht sorgfältigst befreit wurde, wahrscheinlich in Folge von Bildung von salpetriger Säure stark angegriffen. Dort, wo das Hauptrohr der Röhrenleitung aus dem Gasbehälter tritt, ist ein Hahn angebracht, welcher das Gas im Gasbehälter sperrt, wenn es nicht ausströmen soll. Statt dieses Hahnes bringt man besser ein sogenanntes hydraulisches Ventil an, welches im Wesentlichen wie ein Gasometer eingerichtet ist. Der Gasdruck-Regulator endlich hat den Zweck, den Zufluss des Gases aus dem Gasbehälter zu den Leitungsröhren zu reguliren. Im Wesentlichen besteht der Regulator aus einer Gasometerglocke, die mit einem Kegelventil verbunden ist, das sich selbstthätig öffnet oder schliesst, je nachdem für das Bedürfniss zu viel oder zu wenig Gas ausströmt.

Das Gas am Consumtionsorte. Seitdem man in der Gasfabrikation das ehedem gebräuchliche Verfahren, die Zahlung von Seiten des Gasconsumenten nach den einzelnen Flammen zu erheben, durch das weit zweckmässigere ersetzt hat, das Gas dem Volumen nach an den Consumenten abzugeben, hat man allgemein die Gasuhren (Compteurs) eingeführt, mittelst deren das an einen jeden Gasconsumenten abgegebene Gasquantum (nach Kubikfussen oder Kubikmetern) gemessen werden kann. Die Gasuhren lassen sich in zwei Abtheilungen bringen, je nachdem man dabei ohne oder mit Wasser oder einer anderen Sperrflüssigkeit operirt. Erstere, die trockenen Gasuhren, in den meisten der vorgeschlagenen Constructionen übereinstimmend mit ledernen Blasebälgen oder anderen cylindrischen oder radförmigen Windgebläsen, sind heutzutage an vielen Orten wieder ausser Gebrauch gesetzt, weil die elastischen Wandungen und deren Scharnire leicht die nöthige Beweglichkeit verlieren. Was die nassen Gasuhren anlangt, so ist die mit rotirender Trommel die verbreitetste. Eine derartige Gasuhr von der gegenwärtig allgemein üblichen Construction ist in den Figuren 24, 25, 26, 27 abgebildet. Sie besteht aus einem cylindrischen Gehäuse aus Weissblech oder aus Gusseisen, in welchem sich eine auf einer Welle befestigte, vierkammerige Trommel, die reichlich bis zur Hälfte im Wasser liegt, unter dem Drucke des Gases und der, durch denselben zu gleicher Zeit bedingten ungleichen Wasserstände der Gas aufnehmenden und Gas abgebenden Trommelabtheilungen sich dreht, während die Axe der Trommel eine Zählvorrichtung

in Bewegung setzt, um die Zahl der Trommelumgänge, somit das durchgegangene Gas, nach Kubikfussen zu zählen. Fig. 25 zeigt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Theil, der zur Aufnahme der Regulirvorrichtungen bestimmt ist, verschliesst, Fig. 24 zeigt den Apparat in der einen Seitenansicht, Fig. 26 in der anderen, Fig. 27 endlich giebt

Fig. 24.

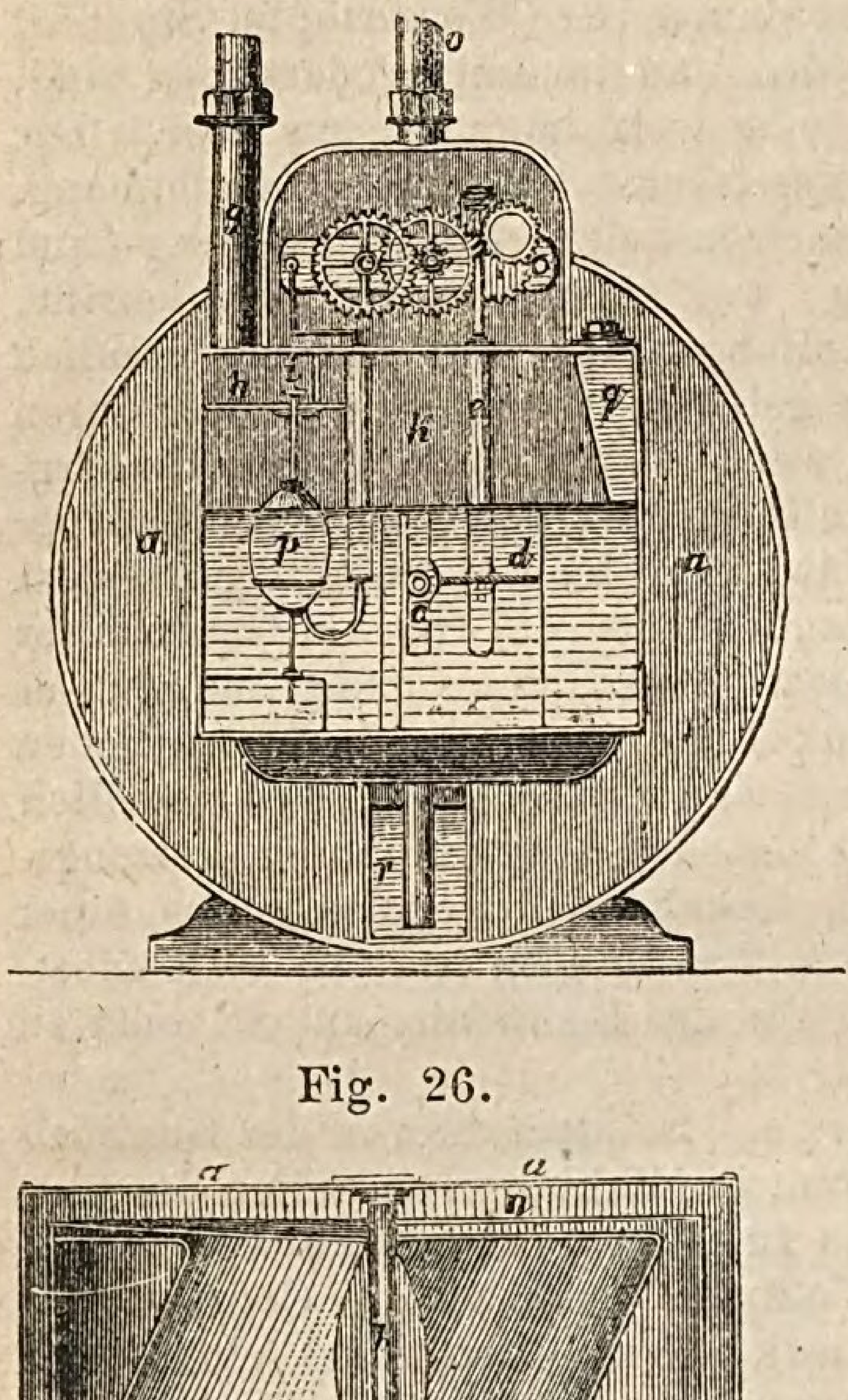


Fig. 25.

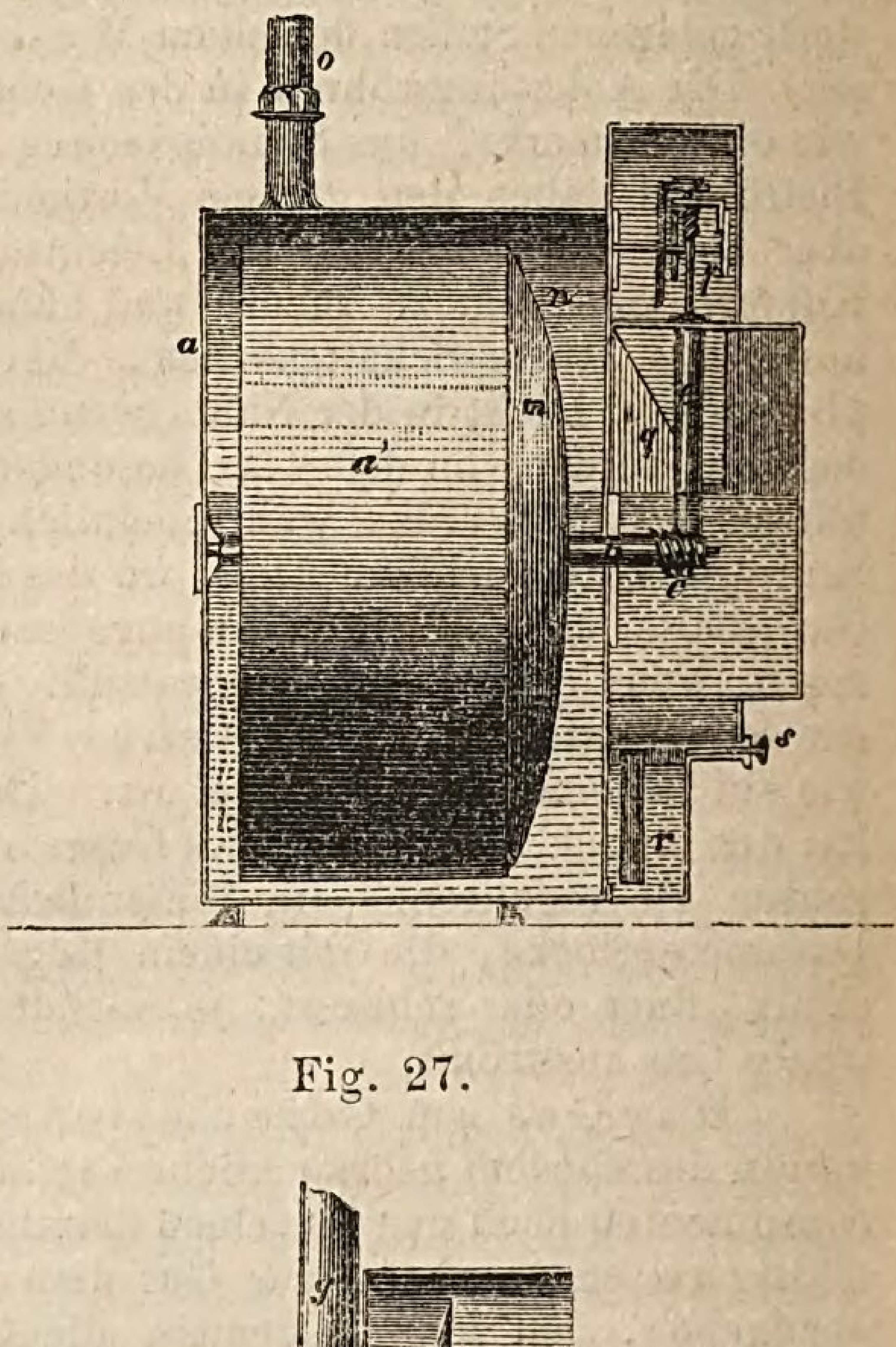


Fig. 26.

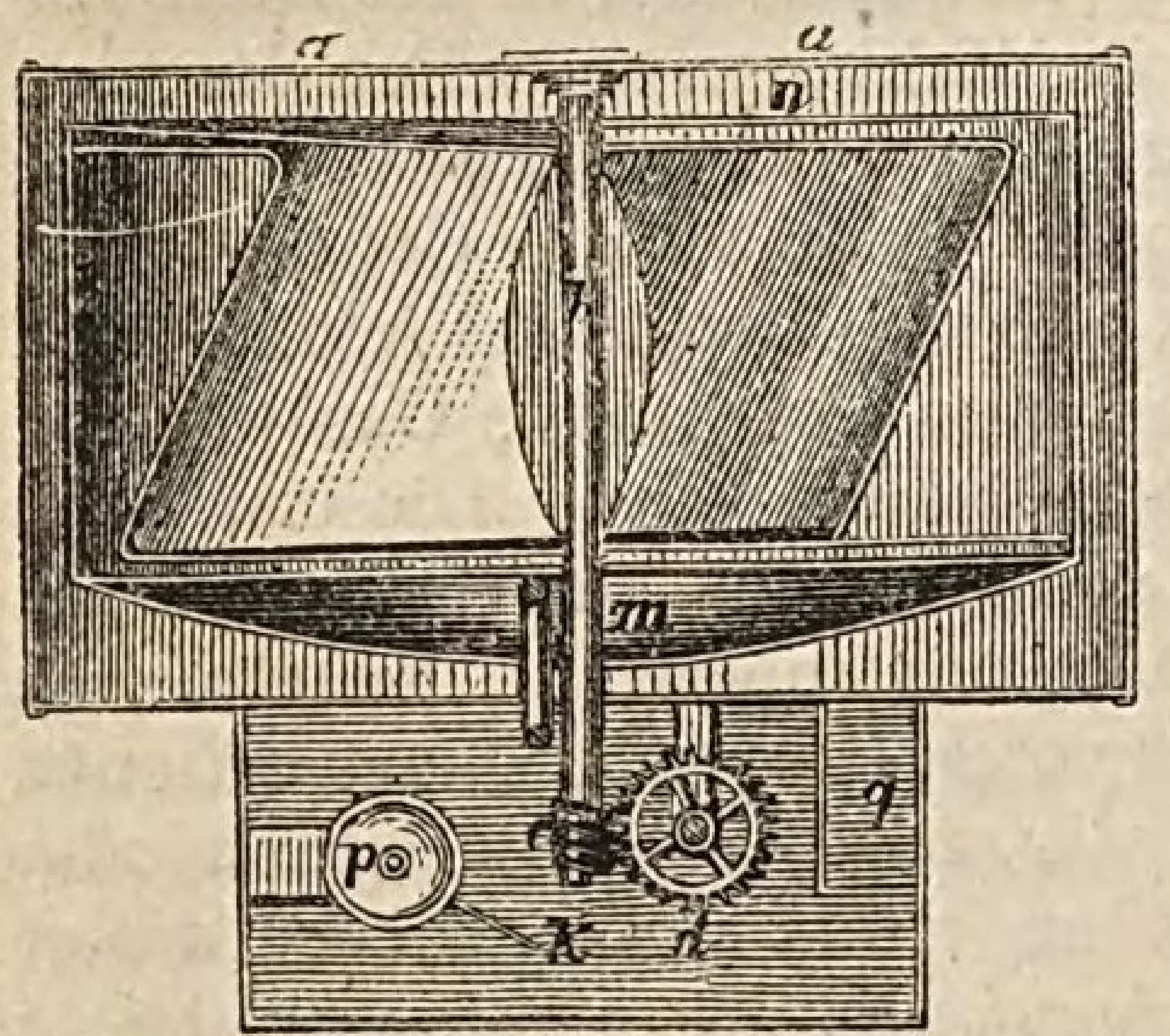
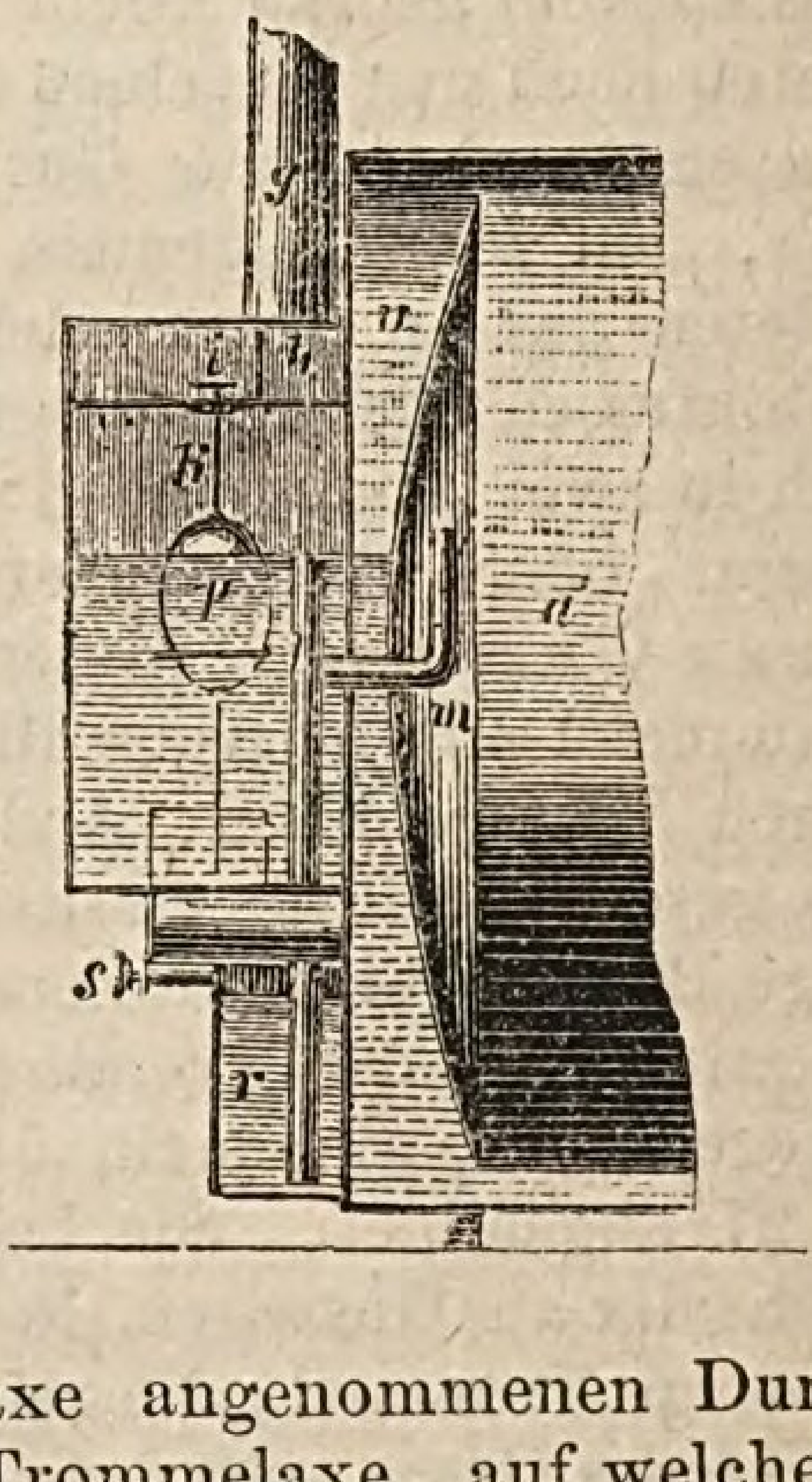


Fig. 27.



einen horizontalen, über der Trommelaxe angenommenen Durchschnitt. *a* ist das Gehäuse, *a'* die Trommel, *b* die Trommelaxe, auf welcher die endlose Schraube *c* befestigt ist, die in das Rad *d* eingreift und die Anzahl der Trommelumdrehungen durch die Welle *e* auf das Uhrwerk *f* überträgt.

Durch *g* tritt das Gas in den Kasten *h*, gelangt durch das Ventil *i* in den Raum *k*, durch das gebogene Rohr *l* in den vorderen Raum *m* der Trommel und aus dieser in die einzelnen Trommelabtheilungen. Aus den letzteren gelangt das Gas in den Raum *n*, in welchem es sich ansammelt und geht durch das Rohr *o* in die Privatröhrenleitung über. *i* ist das Schwimmerventil, *p* der Schwimmer, *q* das Wasserfüllrohr, *r* der Wasserkasten für überflüssiges Wasser und *s* die Schraube zum Ablassen desselben. Wird nun der Haupthahn einer Privatröhrenleitung geöffnet, so strömt das Gas in die Gasuhr; ist der Brennerhahn geschlossen, so bleibt die Trommel ruhig liegen, sobald aber Gas consumirt wird, rotirt die Trommel und das Uhrwerk registrirt das durch die Uhr gegangene Gas. Das Uhrwerk hat eine decimale Uebersetzung, in der Art, dass das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 u. s. w. Kubikfuss Gas registrirt, und mithin nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um das Gesammtquantum des durch die Gasuhr geströmten Gases auszudrücken. Geben z. B. die Zeiger die Zahlen 5, 3, 5, 2 und 8 an, so sind 53,528 Kubikfuss Gas durch den Apparat gegangen. Alle die in neuerer Zeit vorgeschlagenen Vorrichtungen, welche einen constanten Wasserstand in der Gasuhr herbeizuführen bestimmt sind, werden sämmtlich mehr oder minder überflüssig, sobald man zur Füllflüssigkeit nicht Wasser, sondern eine andere nimmt, wie dies u. a. beim Glycerin der Fall ist, welches ausserdem auch noch das Einfrieren der Gasuhren verhindert. Beim Aufstellen derselben ist es überhaupt von Wichtigkeit, einen Ort zu wählen, an welchem keine Gefahr für das Einfrieren des Füllwassers vorhanden ist. Was die Dimensionen der Gasuhren betrifft, so hat man grössere und kleinere, je nach der Anzahl der Flammen, für welche sie bestimmt sind. Bei der kleinsten Sorte, welche für drei Flammen bestimmt ist, beträgt der Durchmesser der Trommel 27 Centimeter, bei 10flammigen 45 und bei 20flammigen 50 Centimeter.

Die Brenner, aus denen das Gas ausströmt, um die Flamme zu bilden, sind von Eisen, Porcellan oder Speckstein. Je nach der Form der Flamme unterscheidet man Strahl- und Flachbrenner. Bei dem Strahlbrenner strömt das Gas aus einer (oder drei) senkrecht gebohrten feinen Oeffnung aus und bildet einen Flammenstrahl von kreisrundem Querschnitt. Diese Flammenform ist für die Leuchtkraft eines Gases die unvortheilhafteste, weil ein grosser Theil der ausgeschiedenen Kohlepartikelchen im Innern der Flamme aus Mangel an Sauerstoff nicht bis zum Glühen erhitzt wird. Bei dem Flachbrenner bildet sich die flache Flamme durch einen Schnitt (Schnittbrenner) oder durch zwei in den Brenner gebohrte Löcher, die unter einem Winkel gegen einander geneigt sind (Zweiloch- oder Manchesterbrenner). Die hauptsächlichsten Arten der Gasbrenner sind folgende: 1) Der Einlochbrenner besteht aus einem kurzen, hohlen Cylinder, der oben durch eine mit einem feinen Loche versehene Deckplatte verschlossen ist. Das untere Ende ist entweder konisch abgedreht oder mit einem Schraubengewinde versehen. 2) Der Dreilochbrenner hat die nämliche Einrichtung wie der Einlochbrenner, nur ist die Deckplatte mit drei Oeffnungen versehen, welche entweder ein gleichschenkliges Dreieck bilden oder auch in einer Linie neben einander stehen. 3) Der Schnitt- oder Schlitzbrenner enthält im knopfförmigen Ende einen mit der Säge gemachten Einschnitt. Die Flamme ist flach, mehr breit als hoch, und findet bei der Strassenbeleuchtung häufige Anwendung. Der Form der Flamme wegen nennt man diesen Brenner auch

Fledermausflügelbrenner. Wenn zwei Schnittbrenner so gegeneinander geneigt sind, dass die beiden Flammen sich durchdringen und eine einzige Flamme bilden, so hat man den Zwillingsbrenner, der mehr Licht giebt, als die beiden einzelnen Brenner, aus denen er besteht, für sich zu entwickeln vermögen. 4) Der Manchesterbrenner (Zweilochbrenner, Fischschwanzbrenner) hat statt des Schlitzes des Schnittbrenners zwei Oeffnungen, welche unter einem Winkel von 90° gegeneinander geneigt sind, sodass die beiden aus ihnen austretenden Gasströme sich gegenseitig abflachen und zu einer Flachflamme vereinigen, welche mit ihrer Fläche nicht in der Ebene der beiden Oeffnungen, sondern rechtwinkelig zu jener liegt. Der Hahnenspornbrenner, jetzt nicht mehr üblich, enthält im knopfförmigen Ende 3 oder 5 Oeffnungen, die so weit von einander stehen, dass 3 oder 5 getrennte Strahlen gebildet werden. 5) Bei dem Argand'schen Brenner, vorzugsweise zur Zimmerbeleuchtung sich eignend, besteht die Flamme aus einer kreisrunden Reihe kleiner Strahlen, deren jeder aus einer besonderen Oeffnung hervortritt. Der Brenner ist ein hohler Kranz, der auf der oberen Seite mit feinen Oeffnungen versehen ist. 6) Der Dumas-Brenner gleicht dem Argand-Brenner, nur ist die Flamme durch einen Gasstrom gebildet, welcher aus einer kreisrunden Schnittöffnung hervortritt.

Die Fortsetzung und zu gleicher Zeit die Endpunkte der Gasrohrleitungen, welche die Gasbrenner tragen, bilden die Gasleuchter, von denen man Wandleuchter, Deckenleuchter (Pendants, Hängeleuchter) und transportable Leuchter (Schlauchlampen), meistens durch einen Gummischlauch mit dem Gasrohre verbunden, unterscheidet.

Die Nebenprodukte der Kohlengasbereitung, durch deren Verarbeitung und Verkauf dem Betrieb der Fabrik wesentlich Vorschub geleistet wird, sind 1) die Koks, 2) das Ammoniakwasser, 3) der Theer, 4) der Gaskalk, 5) der Schwefel der Laming'schen Masse.

Was zunächst 1) die Koks (Gaskoks) betrifft, so sei hier nur bemerkt, dass die durch Vergasung der Steinkohlen erzielten Koks leichter und schwammiger sind als die in den Koksöfen erhaltenen und deshalb zur Zimmerheizung ein sehr gesuchtes Material sind. 2) Das Ammoniakwasser oder das Condensationswasser ist im Wesentlichen eine wässerige Lösung von Ammonsesquicarbonat. Der Gehalt an Ammoniaksalz ist selbstverständlich kein constanter, derselbe hängt ab von dem Feuchtigkeitsgrade der zur Gasbereitung verwendeten Steinkohlen, dem Stickstoffgehalte derselben und der bei der Destillation eingehaltenen Temperatur. In der Steinkohle in dem Zustande (mit etwa 5 Proc. hygroskopischem Wasser), wie sie in den Gasfabriken Anwendung findet, ist 0,75 Proc. Stickstoff enthalten. 100 Kilogramm einer solchen Steinkohle können demnach im günstigsten Falle nur 910 Grm. Ammoniak (NH_3) liefern. Im Durchschnitt hat man gefunden, dass 1 Kubikmeter Condensationswasser mindestens 50 Kilogr. trocknes schwefelsaures Ammoniak giebt, sodass zur Herstellung von 100 Kilogr. dieses Salzes 20 Hektoliter Gaswasser hinreichen. 3) Der Steinkohlentheer, vor etwa 20 Jahren noch eine Quelle von Inconvenienzen für die Gasfabrik und deren Adjacenten, hat seit 1858 eine grosse industrielle Bedeutung erlangt, insofern er der Ausgangspunkt einer neuen und mächtigen Industrie, der Theerindustrie, geworden ist. Der Theer ist, wie bereits Seite 406 angeführt wurde, ein Gemenge von flüssigen Kohlenwasserstoffen (Benzol, Propyl) mit festen (Naphtalin und Anthracen), ferner mit Säuren (Phenol, Kresol und

Phlorol) und mit Basen (Anilin u. s. w.); ausserdem finden sich darin nichtflüchtige Harze und Kohle als asphaltbildende Bestandtheile. Der Theer wirkt in Folge seines Gehaltes an Carbolsäure im hohen Grade fäulnisswidrig. Man verwendet den Theer zum Anstrich von Eisen und anderen Metallen, von Mauerwerk und auch von Holz. Zur Bereitung der Theerpappe (Dachpappe) werden nicht unbedeutende Mengen von Theer consumirt. Die Anwendung des Theeres zur Fabrikation der Briquetten (Ziegel aus Koks- oder Kohlenklein und Theer), zum Conserviren der Bausteine etc. sei hier nur beiläufig erwähnt. Handelt es sich um die Verarbeitung des Kohlentheers behufs der Isolirung der Bestandtheile, so verfährt man auf folgende Weise: Zunächst befreit man den Theer so viel als möglich von dem Condensationswasser. Zu dem Ende erhitzt man den Theer längere Zeit bei einer Temperatur von 80—100° in einer Blase von starkem Eisenblech, die mit Hut- und Kühlvorrichtung versehen ist, um die mit den Wasserdämpfen übergehenden leichten Kohlenwasserstoffe zu verdichten. Nach 36stündigem Erhitzen ist der Theer entwässert und es wird zur Destillation desselben geschritten. Da die flüchtigen Produkte nur geringe latente Wärme besitzen, so muss die Destillirblase so niedrig als möglich sein. Der Helm muss sorgfältig gegen jede Abkühlung geschützt sein. Die Blase ist an ihrem unteren Theile mit einem Hahn versehen, durch welchen nach beendigter Destillation das geschmolzene Pech abgelassen wird. Bei Beginn der Destillation muss vorsichtig erhitzt werden, damit der Theer nicht in lebhaftes Sieden geräth. In einigen Fabriken lässt man in dieser Periode einen bis auf 110—112° erhitzten Strom von Wasserdämpfen durch den Theer gehen, um die Dampfbildung der leichten Theeröle zu befördern. Letztere erscheinen nach ihrer Verdichtung als ein farbloses, leicht bewegliches Fluidum von 0,780 spec. Gewicht, welches nach und nach bis auf 0,830 sich steigert. Die mittlere Dichte dieses Produktes ist 0,830. Es bildet das leichte Theeröl. Das schwere Steinkohlentheeröl geht von 200° an über. Das leichte Theeröl wird nochmals destillirt und das Destillat zuerst mit concentrirter Schwefelsäure, dann mit Natronlauge behandelt und endlich zum dritten Male rectificirt. Durch die Behandlung mit Schwefelsäure sollen die vorhandenen basischen Körper (Ammoniak, Anilin) und das Naphtalin entfernt werden, während durch die Natronlauge die vorhandene Carbolsäure gebunden wird. Die Menge der anzuwendenden Schwefelsäure beträgt 5 Proc. vom Gewicht des Theeröles, die Menge der Natronlauge von 1,382 spec. Gewicht (= 40° B.) etwa 2 Proc. Die so erhaltene Flüssigkeit ist und bleibt an der Luft farblos und bildet das Benzol des Handels, ein Gemenge verschiedener Körper, in welchem Benzol, Toluol und Xylol die Hauptbestandtheile ausmachen. Es wird (vergl. S. 407) in Nitrobenzol übergeführt, welches den Ausgangspunkt zur Darstellung vieler Theerfarben bildet. Das käufliche Benzin (Naphta), von welchem in den meisten Fällen das eigentliche Benzol bereits getrennt ist, wird in der Technik vielfach anstatt des Terpentinöles als Lösungsmittel von Harzen, Fetten, Oelen, Kautschuk, Guttapertja, zum Carburiren des Leuchtgases, als Schmiermittel u. dergl. angewendet. Aus dem rohen leichten Theeröle, namentlich aus dem bei der Destillation des Theeres zuerst übergegangenen Antheil, setzt sich beim Abkühlen bis auf —10° Naphtalin ab, welches, wie Seite 419 gesagt worden ist, zur Herstellung von rothen, violetten, blauen und gelben Farbstoffen (Naphtalinfarben), ausserdem auch seit einigen Jahren zur Fabrikation von Benzoësäure Verwendung findet.

Das schwere Theeröl wird auf ähnliche Weise wie das leichte Theeröl durch successive Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure und mit Natronlauge gereinigt, durch Rectification über ein Gemenge von Eisenvitriol und Kalk von den widrig riechenden geschwefelten Verbindungen befreit und durch fractionirte Destillation, indem man die zwischen 150 und 200° übergehenden Antheile für sich auffängt, daraus die Phenole oder das Steinkohlenkreosot darstellt, welches das Material ist zur Bereitung der Phenyl- oder Carbolsäure (vergl. Seite 416), ferner rother Farben, z. B. Corallin, ausserdem auch zum Conserviren von Holz, von anatomischen Präparaten, von gerbstoffhaltigen Extracten u. s. f. Anwendung findet. Der künstliche Asphalt (deutscher Asphalt, Theerpech) wird in grosser Menge in der Firniss- und Lackfabrikation benutzt, ausserdem zur Herstellung des Asphaltpflasters. Seit etwa fünf Jahren isolirt man aus ihm das Anthracen, welches zur Bereitung von künstlichem Alizarin dient. — Den Asphalt sowol als auch die schweren Theeröle wendet man gegenwärtig nicht selten zur Darstellung von Lampenruss an. 4) Der Gaskalk findet in Folge seines Gehaltes an Calciumsulfhydrat zum Kalken der Häute in der Gerberei, wegen seines Cyancalcium- und Schwefelcyancalciumgehaltes zur Bereitung von Berlinerblau und Schwefelcyanpräparaten Anwendung. 5) Der in der Laming'schen Mischung sich findende Schwefel dient zur Darstellung von Schwefelsäure, die somit unter den Nebenprodukten der modernen Gasindustrie gleichfalls zu nennen ist. Den Cyangehalt der Masse hat man in neuerer Zeit zur Fabrikation von Berlinerblau zu verwerthen gesucht.

Als Beispiele der Zusammensetzung des gereinigten Kohlengases seien folgende Analysen angeführt. 100 Raumtheile enthalten:

	1.	2.	3.	4.
Wasserstoff	44,00	41,37	39,80	51,29
Methylwasserstoff (Carbol)	38,40	38,30	43,12	36,45
Kohlenoxyd	5,73	5,56	4,66	4,45
Aethylen	4,13	5,00	4,75	4,91
Ditetryl	3,14	4,34		
Stickstoff	4,23	5,43	4,65	1,41
Sauerstoff	—	—	—	0,41
Kohlensäure	0,37	—	3,02	1,08

1. und 2. Kohlengas von Heidelberg, 3. Kohlengas von Bonn, 4. Kohlengas von Chemnitz.

II. Das Holzgas. Bereits im Jahre 1799 beschäftigte sich der französische Ingenieur Lebon mit der Darstellung von Leuchtgas aus Holz und construirte seine Thermolampe. Dieser Licht und Wärme spendende Apparat konnte aber nirgends sich behaupten und wurde schnell überall wieder verlassen, wo er eingeführt worden war, hauptsächlich wol aus dem Grunde, weil das Leuchtvermögen des darin verbrannten Gases ein schwaches war und mit dem Kohlengase, welches bald nachher auftauchte, nicht entfernt concurriren konnte. Dumas bezeichnet dies vollkommen richtig, wenn er hervorhebt, dass die Thermolampe keinen Erfolg haben konnte, sei es nun der schwierigen Behandlung oder des schwachen Lichtes wegen, welches dieselbe erzeugte; die darin gebildeten Gase seien nur Grubengas und Kohlenoxydgas, die bekanntlich beide ein nur schwaches Leuchtvermögen besitzen. 1849 wurde von M. v. Pettenkofer in München veranlasst, die Versuche

zur Fabrikation des Leuchtgases aus Holz wieder aufzunehmen. Er fand dabei vollkommen bestätigt, dass bei der Temperatur der Verkohlung des Holzes nur solche Gase entstehen, welche zu Beleuchtungszwecken keine Verwendung finden können. Werden aber die bei der Verkohlung des Holzes sich bildenden Dämpfe noch weiter erhitzt, so entsteht eine grössere Menge Gas und es gehen Zersetzungen unter Bildung schwerer Kohlenwasserstoffe vor sich, so dass das Holzgas reicher daran ist, als das Kohlengas. Wahrscheinlich wäre es längst schon gelungen, aus Holz ein leuchtendes Gas darzustellen, da die Dämpfe aus demselben schon bei sehr niedriger Temperatur, nämlich schon bei 150° sich bilden. Aus Steinkohlen entwickeln sich bei dieser Temperatur weder Gas noch Dämpfe. Um den Process bei der Bildung des Leuchtgases aus Holz genau zu verstehen, hat man zunächst zu unterscheiden zwischen jener Temperatur, bei welcher Holz in Kohle und in Dämpfe zerlegt wird — Temperatur der Verkohlung — und zwischen derjenigen Temperatur, bei welcher die entstandenen Dämpfe zu permanentem Leuchtgas zerlegt werden. Aus Steinkohlen (Harz und Oel) wird in den gewöhnlichen Retorten der Gasfabriken deshalb sofort ein brauchbares Leuchtgas erhalten, weil die Dämpfe bei ihrer Bildung schon eine weit höhere Temperatur besitzen, als die aus Holz sich entwickelnden Dämpfe, demnach nur wenig noch höher erhitzt zu werden brauchen, um in Leuchtgas übergeführt zu werden oder, mit anderen Worten, weil die Temperaturen der Verkohlung und Leuchtgasbildung sich viel näher liegen als bei dem Holz. Die für die Gasbereitung aus Kohlen geeigneten Apparate sind deshalb auch bei weitem nicht ausreichend, um Holzgas darzustellen. Von den in dem Holztheer sich vorfindenden kohlen- und wasserstoffreichen Körpern haben einige für sich einen weit höheren Siedepunkt (200—250°), bei dem sie sich, ohne chemische Zersetzung zu erleiden, destilliren lassen, als diejenige Temperatur ist, bei welcher sie aus dem Holze entstehen. In ihnen hauptsächlich ruht die Leuchtkraft und es müssen dieselben durch noch höhere Temperatur zu kohlenstoffreichen permanenten Gasen zersetzt werden. Bei der Holzgasbereitung hat man einen Raum für die Zersetzung des Holzes, d. h. eine Retorte von der Form der gewöhnlichen Gasretorten, und neben diesem Raum oder dieser Retorte einen zweiten Raum, den Generator, für die Zersetzung der primitiv entstehenden Dämpfe zu Leuchtgas. Zu dem Ende umgab man anfangs die Retorte, in welcher das Holz verkohlt wurde, mit glühend erhaltenen Röhren, in denen die Dämpfe behufs ihrer Umwandelung in Leuchtgas hin und her gehen mussten; gegenwärtig hat man aber allgemein diese complicirten Retorten verlassen und bedient sich einfacher, aber grosser Retorten. Dieselben sind im Verhältniss zu einer Ladung Holz (= 60 Kilogr.) sehr geräumig, mit Leichtigkeit würden sie die dreifache Holzmenge fassen; sie bieten deshalb den Holzdämpfen eine hinlänglich grosse glühende Fläche dar. Es ist kein grosser Unterschied in der Quantität und Qualität des Gases, wenn man verschiedene Holzarten zur Destillation verwendet; 50 Kilogr. Holz geben an gereinigtem Gas 600 Kubikfuss und 10 Kilogr. Kohle. Das ungereinigte Gas enthält grosse Mengen von Kohlensäure, wie folgende Analyse von Holzgas aus möglichst harzfreiem Fichtenholze zeigt:

Schwere Kohlenwasserstoffe .	6,91
Methylwasserstoff	11,06
Wasserstoff	15,07

Kohlensäure	25,72
Kohlenoxyd	40,59

Die Kohlensäure wird aus dem rohen Gase durch Kalkhydrat sorgfältig entfernt. Das gereinigte Holzgas ist folgendermaassen zusammengesetzt:

Schwere Kohlenwasserstoffe .	7,34
Wasserstoffgas	29,60
Leichter Kohlenwasserstoff .	24,02
Kohlenoxydgas	39,04
	100,00

Ueber den Betrieb der Holzgasfabrikation mögen folgende Bemerkungen genügen. Das zur Destillation zu verwendende Holz — Föhren- und Tannenholz — wird in eine Trockenkammer, die hinter dem Retortenofen liegt und vom Boden aus durch den aus dem Ofen in einen Kanal strömenden Rauch erwärmt wird, gebracht und darin 24 Stunden lang gelassen. Die Retorte wird mit 50—60 Kilogr. Holz beschickt und wie gewöhnlich verschlossen. In $1^1/_2$ Stunden ist die Destillation beendigt, und man erhält nach Entfernung der Kohlensäure durch Kalk mindestens circa 16 Kubikmeter (nahezu 600 Kubikfuss) leuchtendes Gas. An vielen Orten, wo die Holzgasbereitung eingeführt ist, zieht man es neuerdings vor, mit dem Holze zugleich eine gewisse Menge schottischer Bogheadkohle oder böhmischer Blattelkohle zu destilliren. Der Holztheer (2 Proc. vom Gewicht des getrockneten Holzes) und der Holzessig (100 Th. Holz geben 0,5—0,75 Th. trocknen essigsauren Kalk) werden so gut als es die Localität gestattet, verwerthet, ersterer in einigen Gasfabriken, wo es an einer geeigneten Verwendung fehlt, auch unter den Retorten verfeuert.

III. Das Torfgas. Wenn man Torf der trockenen Destillation unterwirft, so erhält man genau so wie bei der Steinkohle Gas, wässeriges Destillat, Theer und Kohle (Torfkohle). Der Torfgaserzeugungsapparat ist der bei der Holzgasfabrikation gebräuchliche. Im Durchschnitt giebt 1 Ctr. (bayerisch) 426 Kubikfuss (bayerisch) Gas (50 Kilogr. Torf entsprechen 337 engl. Kubikfuss). Die Gasentwickelung geht im Anfange wie bei Holz rasch vor sich, doch nimmt sie gleichmässiger und stetiger ab als bei diesem. Aus Reissig's Versuchen und Analysen ergiebt sich, dass das Torfgas von vorzüglicher Güte hergestellt werden kann. Gereinigtes Torfgas zeigte sich zusammengesetzt aus

schweren Kohlenwasserstoffen . .	9,52
leichtem Kohlenwasserstoffgas . .	42,65
Wasserstoffgas	27,50
Kohlenoxydgas	20,33
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff	Spuren
	100,00

IV. Das Wassergas. Das Verfahren zur Erzeugung des Wassergases besteht im Wesentlichen darin, dass man Wasserdämpfe durch eiserne oder thönerne Retorten strömen lässt, die mit glühender Holzkohle oder mit glühendem Koks gefüllt sind. Das Wasser zersetzt sich in Berührung mit der glühenden Kohle und bildet ein Gasgemenge, welches aus Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und geringen Mengen von Sumpfgas besteht. Das von der Kohlensäure durch Kalk befreite Gas, wesentlich aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehend, ist, obgleich nicht leuchtend, doch zu Beleuch-

tungszwecken verwendet worden, indem man 1) wie nach dem Verfahren von Gengembre und Gillard, an die Brennermündungen kleine Platincylinder bringt, welche in der Flamme bald weissglühend werden und derselben Leuchtkraft ertheilen; 2) es mit kohlenstoffreichen Dämpfen imprägnirt. Letzterer Fall ist der gewöhnlichere. Das erstere Gas nennt man Platingas, das letztere carburirtes Gas.

Die Angaben über die Zusammensetzung des Wassergases sind sehr verschieden, so sagen Jacquelain und auch Gillard, dass das von ihnen erhaltene Gas ein Gemenge von Wasserstoff mit Kohlensäure sei, welches, durch Kalk von der Kohlensäure befreit, im Wesentlichen aus Wasserstoffgas bestehe, Andere geben, und zwar mit grösserem Rechte, an, dass ihr Gas Kohlenoxyd und Wasserstoff enthalte. Mit der letzteren Ansicht stimmen die Resultate von Langlois überein. Zur Bildung von 1 Molek. Kohlenoxydgas ist das Vorhandensein von 1 Molek. Wasserdampf erforderlich, dessen Wasserstoff frei gemacht wird:

$$C + H_2O = CO + H_2.$$

Begegnet nun in noch höherer Temperatur als bei der zu dem vorstehenden Vorgange erforderlichen Dunkelrothglühhitze dem Kohlenoxydgase abermals Wasserdampf, so entzieht — wie dies Verver experimentell bestätigt hat — unter günstigen Umständen das Kohlenoxydgas dem Wasserdampf wiederum dessen Sauerstoff, um sich damit zu Kohlensäuregas zu vereinigen, während ein neuer Antheil von Wasserstoffgas frei wird:

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2.$$

Nur in dem Falle, dass die entstandene Kohlensäure dem Gaserzeugungsapparate nicht schnell genug entzogen wird, sondern einige Zeit mit glühenden Kohlen in Contact gelassen wird, kann die Rückbildung von Kohlenoxyd unter Verwendung eines neuen Kohlenstoffäquivalents erfolgen. Das Wassergas hat eine grosse Zukunft, insbesondere dann, wenn die sogenannte Sauerstoffbeleuchtung in das Stadium der Realisation treten sollte, wobei die Verbrennung des carburirten Gases unter Mitwirkung von Sauerstoffgas vor sich geht.

V. Luftgas. Als Anhang zu dem Verfahren, Wassergas durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe in Leuchtgas überzuführen, ist hier das Verfahren von Longbottom zu erwähnen, atmosphärische Luft, nachdem sie zunächst von Kohlensäure und Wasserdampf befreit worden ist, durch die Dämpfe flüchtiger flüssiger Kohlenwasserstoffe (wie Petroleumäther, Benzin etc.) in Leuchtgas überzuführen. Es haben Versuche, Luft mit Benzindämpfen zu sättigen, herausgestellt, dass solche Luft allerdings als Beleuchtungsmittel benutzt werden kann, dass aber zum Brennen weite Brennermündungen und ein langsam strömendes Gas nöthig sind. Aus den gewöhnlichen Brennern mit engen Mündungen erscheint die Flamme klein und von sehr geringem Leuchtvermögen; durch einen schnelleren Gasstrom wird sie aber, in Folge der abkühlenden Wirkung der Luft, alsbald verlöschen. Apparate zur Bereitung von Luftgas sind in grosser Anzahl in Vorschlag gebracht worden.

VI. Schieferöl- und Petroleumgas. Der Posidonienschiefer des Lias aus der Nähe von Reutlingen in Württemberg liefert bei der trocknen Destillation etwa 3 Proc. Theer, aus welchem durch Destillation das

Schieferöl ausgeschieden wird. In Folge eines nicht unbedeutenden Schwefelgehaltes ist das Schieferöl als Beleuchtungsmaterial für Lampen nicht sehr geeignet, dagegen ist es ein vorzügliches Material zur Gasbeleuchtung. 1 Centner des Schiefergasöles liefert ungefähr 1300 engl. Kubikfuss Gas. Reissig fand bei der Analyse von Reutlinger Schieferölgas:

Schwere Kohlenwasserstoffe	25,30
Grubengas	64,80
Kohlenoxydgas	6,65
Wasserstoffgas	3,05
Kohlensäure	0,20
Sauerstoff und Stickstoff .	Spuren
	100,00

Nach Versuchen, die in Stuttgart zur Ermittelung der Leuchtkraft des Schieferölgases angestellt wurden, hat sich ergeben, dass die Leuchtkraft des Schieferölgases 2,5 bis 3,5mal grösser sei als die des Kohlengases. Das Petroleum wird seit einer Reihe von Jahren ebenfalls zur Darstellung von Leuchtgas angewendet. Die Bereitung des Petroleumgases geschieht auf zweierlei Weise, entweder durch blosses Vergasen des Petroleums oder durch Mischen des so erhaltenen Gases mit Wassergas (letzteres Verfahren kommt zum Theil auf eine Carburirung des Wassergases zurück). Nach einem früher üblichen Verfahren wird das aus dem Petroleum durch Destillation über glühenden Eisenplatten oder Ziegelsteinen gewonnene Gas mit denjenigen gemischt, welche durch die Einwirkung von Wasserdämpfen auf glühende Kohlen erhalten wird. Das Gasgemisch wird mit Salzsäure gewaschen und geht dann durch eine Reihe von Reinigungsgefässen, so dass es im Gasometer rein und geruchlos ankommt. Der Zersetzungsapparat für das Petroleum ist eine eiserne, auf einem Rost liegende Retorte, an deren Deckel ein hohler, mit Koks oder Holzkohlen gefüllter Cylinder befestigt ist. In dem Zwischenraume zwischen dem Cylinder und der Retortenwand liegt eine schlangenförmig gewundene, den Cylinder umgebende Blechplatte. Durch den Retortendeckel gehen zwei Röhren, eine für das rohe Oel, die andere für das Wasser bestimmt; erstere ist mit dem Schlangengange verbunden, welcher selbst in dem oberen Theile des Cylinders mündet, letztere durchschneidet diesen Gang und mündet in den unteren Boden des Cylinders. Das Petroleum zersetzt sich, indem es durch die Schlange geht; das Wasser verdampft in der Röhre und setzt sich mit den glühenden Kohlen um. Eine dritte Röhre führt die sämmtlichen Gase aus dem oberen Theile des Apparates ab und leitet sie nach dem Reiniger. Wird nun das Petroleum vergast (ohne Beimischung von Wassergas), so erhält man aus 1 Ctr. pennsylvanischen Oeles 1590 Kubikfuss Gas. H. Hirzel stellt Leuchtgas aus den schwerflüssigsten Theilen und den Rückständen, welche beim Raffiniren des Petroleums gewonnen werden, oder aus Petroleum selbst dar. Der Hirzel'sche Petroleumgas-Apparat, welcher bereits eine grosse Verbreitung gefunden hat und sich besonders zur Einrichtung von Beleuchtungsanlagen in Fabriken, Kasernen, Spitälern, Bahnhöfen etc. eignet, liefert ein Gas, welches keiner Reinigung bedarf und alle übrigen Gasarten an Leuchtkraft übertrifft. Das Petroleumgas hat ein spec. Gewicht von 0,69, ist frei von Schwefel und Ammoniak, besteht hauptsächlich aus Acetylen (C_2H_2) und wird aus Brennern gebrannt, welche stündlich nur $^1/_4$, $^1/_2$,

$^3/_4$, 1 bis höchstens 2 Kubikfuss Gas consumiren. Der Apparat liefert stündlich 200 Kubikfuss Petroleumgas, welches äquivalent ist 1000 Kubikfuss Steinkohlengas. (Das in den Paraffin- und Mineralölfabriken abfallende Paraffinöl wird ebenfalls zur Leuchtgasfabrikation (ausserdem als Schmieröl) verwendet. 1 Centner Paraffinöl liefert 30 Kubikmeter vortreffliches Leuchtgas.)

VII. An die Beleuchtungsmittel schliessen sich an das Kalklicht, das Carboxygenlicht, das Magnesiumlicht und die elektrische Beleuchtung.

Wenn man das Knallgas, das aus zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas besteht, im Augenblicke des Zusammenströmens anzündet und das Fortbrennen durch Nachströmen der getrennten Gase aus zwei verschiedenen Gasometern unterhält, so hat man den unter dem Namen Knallgas oder Hydro-Oxygen-Gebläse bekannten Apparat, dessen Flamme eine solche Hitze erzeugt, dass vermittelst derselben Platin mit Leichtigkeit geschmolzen werden kann. Die Flamme dieses Gasgemenges, welche auch mit Vortheil durch eine mit Sauerstoffgas angefachte Leuchtgasflamme ersetzt werden kann, ist nur wenig leuchtend, lässt man aber die Flamme gegen einen Cylinder aus Aetzkalk brennen, so verbreitet der Kalk dadurch, dass er darin die höchste Weissglut mit blauweissem Lichte annimmt, ein Licht, dessen Glanz das Auge kaum zu ertragen vermag. Die Idee, eine solche Flamme zur Beleuchtung von Städten anzuwenden, erwies sich als unausführbar, ebenso verhinderte der hohe Preis der Darstellung des Sauerstoffs bis auf die neueste Zeit die Einführung dieses Lichtes als Signal auf Leuchtthürmen, dagegen benutzt man es häufig bei öffentlichen Darstellungen von Nebelbildern, von mikroskopischen Objekten, Chromatropen für die Benutzung der Laterna magica u. s. w. Im letzten amerikanischen Kriege spielte es in der Unionsarmee bei der Belagerung einiger Forts eine grosse Rolle. Man nennt dieses Licht Sideral-licht, Kalklicht, Hydro-Oxygengas-Licht oder Drummond's Licht*).

*) Nach dem „*Journal of Gaslighting*“ (1869) hat das englische Kriegsministerium beschlossen, das Kalklicht statt des Gaslichts in den Kasernen und den Ställen der Regimenter einzuführen, seit man durch Versuche zu der Gewissheit gelangt ist, dass das erstere ebensoviel Nutzen schafft wie das letztere, und zwar mit weniger Unkosten. Die Versuche mit dem Kalklicht wurden theils im Hafen „*The Queen's Barrack*“, theils in einem Winkel eines Kasernenflügels, theils in den Sälen der Kasernen gemacht. Auf einem 6 Meter hohen Gestell befand sich der Lichtapparat und der Reflexionsspiegel. Als das Kalklicht angezündet und der Spiegel auf den Hof gerichtet wurde, war derselbe fast ebenso hell erleuchtet wie zur Zeit der Mittagssonne, und in einem Abstand von 100 Yards von der Lichtquelle vermochte man bei deren Schein die feinste Schrift zu lesen. In dem einen Ende des Winkels setzte man ein kleineres Licht auf, das, von einer Glaskugel umgeben, stark genug war in einem Abstand von 30 Yards eine auf der Erde liegende Knopfnadel finden zu lassen. Der in einem der Säle aufgestellte Apparat war noch kleiner, erleuchtete aber dennoch denselben weit klarer, als es sonst mit Gas zu geschehen pflegt. Nach den Berichten von H. Vogel (1871) spielt das Kalklicht in den Vereinigten Staaten bei der

Seit einigen Jahren macht die von dem Techniker Tessié du Motay (aus Metz) herrührende Beleuchtung mit Hydro-Oxygen-Gas viel von sich reden. Trotz aller Reclame ist es dem neuen Licht noch nicht gelungen, sich irgendwo auf die Dauer Eingang zu verschaffen. Das Gasgemisch ist entweder Wassergas (ein Gemenge von Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas) oder Wasserstoffgas oder auch Leuchtgas, welches im Momente der Verbrennung mit einem regulirten Strom Sauerstoffgas zusammenkommt. Der hierzu erforderliche Sauerstoff wird entweder durch Zersetzen von Schwefelsäuredämpfen oder durch Zersetzen von Natriummanganat mit Wasserdämpfen oder endlich durch Zersetzen von Kupferoxychlorür gewonnen. Die Flamme des Hydro-Oxygen-Gases wird auf einen kleinen Cylinder von Magnesia (Magnesialicht) oder von Zirkonerde (Zirkonlicht) geleitet.

In neuester Zeit (1870) hat Tessié du Motay seine Methode in der Weise abgeändert, dass er den Sauerstoff zu einer Flüssigkeit (einer Lösung von Naphtalin in Petroleumäther oder Kohlennaphta) führt, welche den intensiv leuchtenden Körper beim Brennen abscheidet. Man nennt das neue Licht Carboxygenlicht. Die Verbrennung erfolgt in einer Lampe (Philipp's Carboxygen-Lampe) mit Docht, in dessen Flamme der Sauerstoff horizontal eintritt. Die Flüssigkeit führt den Namen Carboline. Das neue Licht soll ganz besonders geeignet sein für Beleuchtungen aus der Höhe unter Mitanwendung von Reflectoren.

Das intensive Licht, welches beim Verbrennen von Magnesium (vergl. Seite 93) erscheint, ist unter dem Namen Magnesiumlicht in der neuesten Zeit vielfach beim Photographiren in Anwendung gekommen. Die Magnesiumlampen — wie sie auf der allgemeinen Industrieausstellung zu Paris 1867 auftraten — sind entweder für Magnesiumdraht oder für Magnesiumstaub eingerichtet. In beiden Fällen sichert eine Spiritusflamme das unzeitige Unterbrechen des Verbrennungsprocesses. Bei der *ersten* Art wird der bandartige (seltener runde) Draht von einem mittelst Windflügel regulirten Uhrwerke vorwärts gezogen. Bei der *zweiten* Art fällt beim Oeffnen eines Hahnes der Magnesiumstaub aus einem Reservoir vermöge seiner Schwere in die Spiritusflamme. Der zu verbrennende Magnesiumstaub ist mit feinem Sande gemischt ($^1/_3$ Magnesium und $^2/_3$ Sand), um genügenden Luftzutritt zum Magnesium herbeizuführen und dadurch eine vollständige

Laterna magica eine grosse Rolle. Dieses Instrument, welches in Deutschland höchstens nur noch als eine optische Spielerei angesehen wird, ist in Amerika ein wichtiges Mittel für den Unterricht. Man druckt nämlich wissenschaftliche Abbildungen oder technische Zeichnungen kleineren Umfanges auf durchsichtige Gelatinetafeln oder fertigt darnach Glasphotographien, die nachher, bis 100fach durch die Laterna magica vergrössert, zur Demonstration in Vorlesungen dienen und ein viel besseres Bild gewähren, als unsere im grossen Maassstabe gezeichneten oft sehr mangelhaften Wandtafeln. Kleine am Schreibtische auf Gelatine gezeichnete Skizzen oder aus wissenschaftlichen Werken entnommene Holzschnitte etc. werden auf diese Weise mit leichter Mühe einem grossen Zuhörerkreise anschaulich gemacht. Diese Vorrichtung ist auch bei Tag anwendbar, falls das Tageslicht durch Vorhänge gedämpft wird.

Verbrennung zu ermöglichen. (In dem Kriege Englands gegen Abyssinien — 1868 — scheint das Magnesiumlicht eine gewisse Rolle zur Beleuchtung gespielt zu haben.)

Mit dem Namen Chathamlicht bezeichnet man in England eine durch Einblasen von Harz oder eines Gemenges von Harz mit gepulvertem Magnesium verstärkte Lichtquelle, welche für telegraphische Zwecke oder für Nachtsignale mit Nutzen verwendet werden kann.

Die elektrische Beleuchtung (Kohlenlicht) hat zwar noch keine allgemeine Anwendung gefunden, verdient aber in jeder Beziehung beachtet zu werden. Man weiss, dass sich starke Licht- und Wärmeentwickelung zeigt, wenn man die Entladung einer galvanischen Batterie oder durch die Siemens'sche magnetelektrische Maschine erregten Ströme durch aneinander gestellte Kohlenstücke gehen lässt. Es werden dabei die Spitzen erhitzt und leuchten mit blendend weissem Lichte. Ist der Strom im Gange, so kann man die Kohlenspitzen von einander entfernen, und indem die glühenden Kohlentheilchen von dem einen Stabe zu dem anderen überspringen, erhält man die herrliche Erscheinung eines Lichtbogens. Anstatt der Kohlenspitzen (Kohlenlicht) kann man auch einen dünn herabfallenden Faden (Quecksilberlicht) anwenden. In der neueren Zeit machte Jacobi in Petersburg, in Verbindung mit Argeraud aus Paris, höchst interessante Versuche mit der elektrischen oder galvanischen Strassenbeleuchtung. Von dem Admiralitätsthurme aus wurden die drei grössten Strassen Petersburgs, Newsky Prospect, Erbsenstrasse und Wosnesensky Prospect Abends von 7—10 Uhr beleuchtet. Das Licht selbst war so hell, dass es die Augen kaum einige Secunden lang vertragen konnten; trotzdem, dass ganz reine Luft und sternenhelle Nacht war, sah man seitwärts stehend in der Luft von dem Lichte die Strahlen ausgehen, gerade so, als wenn Sonnenlicht durch ein kleines Loch in eine finstere Kammer fällt. Das Licht der Gaslaternen erschien roth und russig. Die Batterie, welche den Strom lieferte, war eine Kohlenbatterie von 185 Elementen. — Dasselbe Kohlenlicht findet gegenwärtig bereits ausgedehnte Anwendung zur Beleuchtung, so wurden unter Anderem im Jahre 1854 die Napoleon-Docks in Rouen monatelang jeden Abend 3—4 Stunden lang beleuchtet, bei welcher Beleuchtung 800 Arbeiter in mehr als 100 Meter Entfernung von dem Lichte arbeiteten. Die dabei benutzten Apparate bestanden in 100 Bunsen'schen Elementen grossen Formates. Die Kosten für einen Abend betrugen 38,08 Francs. Die Kosten des Lichtes beliefen sich hiernach auf $4^3/_4$ Centimes für einen Arbeiter. Das Licht kam also sehr wohlfeil zu stehen, während andererseits die Arbeit ohne alle Gefahr und mit einer Regelmässigkeit stattfand, wie sie mit keiner anderen Beleuchtungsart zu erreichen ist. Bei dem Bau des provisorischen Reichstagsgebäudes (auf der Leipziger Strasse) in Berlin im Jahre 1871 erfolgte die Beleuchtung während der Nacht im Wesentlichen durch elektrisches Licht, das durch zwei Batterien, nämlich eine von 200 Elementen und eine zweite von 80 Elementen unterhalten wurde. In neuerer Zeit benutzt man die elektrische Beleuchtung auf Leuchthürmen, so z. B. auf dem Leuchtthurme des Cap La Hève bei Havre, bei Illuminationen, im Theater (die Sonne im „Prophet"), für optische Vorstellungen (Chromatropen, *Dissolving views*, Vorzeigen von mikroskopischen Objekten), zur Beleuchtung öffentlicher Gärten in Berlin, Paris, London, Wien und anderen grossen Städten, zur Beleuchtung ge-

werblicher Etablissements, z. B. der Schieferbrüche zu Angers. Auch hat man nicht ohne Erfolg versucht, das elektrische Licht zum Photographiren zu benutzen (beispielsweise in dem Reliefdrucketablissement von Goupil & Co. in Asnières bei Paris), ferner hat man die elektrische Beleuchtung unterseeisch für den Fischfang und zur Korallen-, Badeschwamm- und Perlenfischerei zu verwerthen gesucht. Mit Hülfe eines von dem russischen Oberst von Weyde erfundenen Apparates lässt sich das Meer bis in seine äusserste Tiefe hell erleuchten, was wichtig ist für Kriegszwecke — wie der deutsch-französische Krieg 1870 bewiesen hat, wo die französischen Schiffe, die in der Ost- und Nordsee zu operiren den Auftrag hatten, mit elektrischen Leuchtapparaten versehen waren — und für die Bergung gesunkener Schiffe und Güter. Bei der Belagerung von Paris (1870—1871) ward das elektrische Licht von den Forts vielfach zu Recognoscirungszwecken verwendet. Im nördlichen Spanien wurden die Eisenbahnarbeiten während des Sommers 1862 und 1863 wegen der grossen Hitze bei Nacht ausgeführt, wobei die galvanische Beleuchtung mit grossem Erfolg zur Anwendung gebracht wurde*).

Die Paraffin- und Solarölindustrie.

Das Paraffin, im Jahre 1830 von K. v. Reichenbach (in Blansko in Mähren) unter den Produkten der trocknen Destillation des Holzes, zuerst namentlich im Buchenholztheer aufgefunden, hat seinen Namen von *parum*, wenig, und *affinis*, verwandt, um anzudeuten, dass es sich mit anderen Stoffen nicht verbindet; es wird weder durch Alkalien, noch durch Säuren, noch durch Glühhitze zersetzt. Später wurde gefunden, dass das Paraffin sich auch bei der trocknen Destillation von Torf, Braunkohle, Bogheadkohle etc.

*) Die von Siemens (1867) construirte dynamoelektrische Maschine möchte in der Beleuchtungsfrage noch eine hervorragende Rolle zu spielen berufen sein, da in ihr mechanische Arbeit in Elektricität übergeführt wird. Der Technik sind durch diese Maschine die Mittel geboten, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf wohlfeile und bequeme Art überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Man sagt, Siemens habe bereits den Auftrag erhalten, die entfernter vom Lande liegenden Leuchtsignalapparate, welche rings um die schottische Küste die gefährlichsten Stellen bezeichnen, mit elektrischem Lichte zu speisen, das ihnen mit Hülfe eines submarinen Kabels vom Lande aus zugeführt werden soll. Die am 2. März 1867 in Burlington-House in London mit der Siemens'schen Maschine (die zu ihrem Betriebe eine 8pferdige Dampfmaschine erfordert) erzielten Resultate gaben grossen Hoffnungen hinsichtlich der Anwendbarkeit der Maschine für die Beleuchtung, ferner für die Galvanotechnik, für Wasserzersetzung, für Ozonbereitung zum Betriebe grosser Bleichanstalten u. s. w. Raum.

(nicht aber aus der eigentlichen Steinkohle) bildet. Um die Ausbildung der deutschen Paraffinfabrikation durch trockne Destillation der rheinischen Blätterschiefer und der sächsischen Braunkohle haben sich P. Wagenmann in Neuwied und B. Hübner in Zeitz grosse Verdienste erworben. Das Paraffin kommt auch in der Natur fertig gebildet und zwar in sehr grosser Menge vor, so 1) in dem Petroleum, welches mitunter 6—40 Proc. Paraffin enthält; 2) in den unter den Namen Ozokerit, Neft-gil oder Erdwachs vorkommenden Substanzen, die gänzlich oder theilweise aus Paraffin bestehen; 3) in dem Bitumen (Erdpech, Erdtheer), welches in schiefrigen Gesteinmassen (bituminöser Schiefer) sich findet.

Die Methode der Darstellung des Paraffins ist verschieden, je nachdem dasselbe als Edukt oder Produkt auftritt. Als Edukt erscheint es bei der Verarbeitung des Petroleums, des Ozokerits und des Neft-gils, als Produkt dagegen bei der trocknen Destillation der Braunkohle, des Torfes, des Abraumes der Steinkohlenfelder (sogenannter Schale, *coal shale*), der Bogheadkohle etc.

I. Die Abscheidung des Paraffins (Belmontin), a) aus dem Petroleum. Dass in dem Petroleum Paraffin enthalten sei, ist schon längst bekannt. Der Gedanke, das Steinöl auf Paraffin zu verarbeiten, entstand jedoch erst im Jahre 1856, als das Steinöl und zwar paraffinreiche Sorten desselben massenhaft auf den Markt kamen. Die amerikanischen Steinöle enthalten nur wenig Paraffin, grosse Mengen dagegen die aus Indien stammenden, namentlich die Naphta von Burmah oder der Rangoontheer. Nach dem Patent, welches de la Rue im Jahre 1854 auf die Verarbeitung des Erdöles auf Paraffin und Hydrocarbüre in England sich ertheilen liess, wird der Rangoontheer, welchen man aus in der Nähe des Flusses Irawaddi in Burmah gegrabenen Brunnen gewinnt, auf folgende Weise verarbeitet. Das rohe Erdöl wird zunächst destillirt, indem man durch dasselbe in einer Destillirblase, welche auch von aussen erhitzt werden kann, Wasserdampf von 100° leitet. Hierbei gehen ungefähr 25 Proc. vom Gewicht der Substanz über, welche durch fractionirte Destillation in verschiedene Kohlenwasserstoffe, deren Dichte von 0,62—0,86 und deren Siedepunkt von 26,7 bis 200° C. variirt, zerlegt werden. Der leichteste dieser Kohlenwasserstoffe findet unter dem Namen *Sherwood-Oil* als Anästheticum Anwendung, die schwersten Kohlenwasserstoffe werden als Solaröl verbrannt. Der Rückstand von der Destillation, gegen 75 Proc. vom Gewicht des ursprünglich angewendeten Theeres betragend, wird in einer eisernen Blase einer zweiten Destillation unterworfen, wobei man Wasserdampf von 150—300° C. anwendet. Die Produkte verschiedener Flüchtigkeit werden getrennt aufgefangen. Die zuletzt übergehenden Portionen enthalten hauptsächlich Paraffin, welches man durch Abkühlung sich möglichst daraus ausscheiden lässt und dann absondert. Die schweren Oele werden als Schmieröl verwendet. Das gereinigte Paraffin führt den Namen Belmontin.

b) Aus dem Ozokerit und Neft-gil wird auf der Insel Swätoi-Ostrow im caspischen Meere, etwa eine Werst von der Halbinsel Apscheron am Kaukasus entfernt, seit einer Reihe von Jahren Paraffin fabricirt. Das

Material, das Neft-gil wird aus Truchmenien per Schiff nach der Insel transportirt. Aus dem galizischen Erdwachse, welches bei Drohobicz und Boryslaw in Galizien, ferner am Nordabhange der Karpathen und des Siebenbürgischen Hügellandes bis in die Donauniederungen der Moldau, hauptsächlich in Sand, Lehm und Mergel gefunden wird, stellt man grosse Mengen Paraffin dar, so in Frankfurt a. d. Oder, in Aussig, in Florisdorf, in Mährisch-Ostrau, in Neupest, in Temesvar, in Stockerau, in Hermannstadt und neuerdings auch (in der Fabrik von G. Siemssen) zu Battersea bei London. Auch in Texas findet sich Erdwachs in reichlicher Menge. Aus dem Erdwachse stellt man das Ceresin (vergl. Seite 468) dar.

c) Aus dem unter dem Namen Asphalt, Erdpech oder Erdtheer vorkommenden Bitumen stellt man ebenfalls in England Paraffin dar. Schiefrige Gesteinmassen z. B. Schieferthon, Mergelschiefer mit Bitumen durchdrungen, führen den Namen bituminöse Schiefer. Das auf der Insel Trinidad, ferner auf Cuba, in Californien, Nicaragua, in Peru und in Canada vorkommende Bitumen bildet eine ergiebige Quelle für die Darstellung von Paraffin und flüssigen Leuchtstoffen. Der Asphalt von Cuba und das von Trinidad liefert 1,75 Proc. Paraffin. Die bituminösen Schiefer des Siebengebirges wurden früher von der Firma Wiesmann & Comp. zu Beul bei Bonn auf Paraffin verarbeitet.

II. Die Darstellung des Paraffins durch trockne Destillation des Torfes, der Braunkohle, des Blätterschiefers, der Bogheadkohle, der *coal shale* u. s. w. zerfällt in zwei Hauptarbeiten, nämlich 1) in die Bereitung des Theeres, 2) in die Verarbeitung des Theeres auf Photogen, Solaröl und Paraffin.

1) Was die Bereitung des Theeres betrifft, so gehört dieselbe zu den wichtigsten und schwierigsten Arbeiten der Paraffin- und Solarölindustrie. Die Theerbereitung geht in Theerschwelöfen oder in Retorten, mit oder ohne Anwendung von Wasserdämpfen vor sich. Die Gewinnung des Theeres in den Schwelöfen ist die älteste und roheste Methode. Das Princip des Schwelofens ist einfach. Man beabsichtigt durch eine untere brennende Schicht von fossilem Brennstoff, dass die darüber befindlichen Schichten der trocknen Destillation unterworfen werden, wobei sie unter Bildung von Theer und gasförmigen Produkten verkohlen. Der nach unten abfliessende und an den Wandungen der Thonlage, womit der zu schwelende Brennstoff bedeckt ist, sich verdichtende Theer sammelt sich in einer Rinne an und wird dort aufgefangen, während die gasigen Produkte verloren gehen. Obgleich nun die Schwelöfen den Vortheil darbieten, dass der Betrieb continuirlich stattfinden kann, so haben doch die Erfahrungen des verwichenen Jahrzehents gezeigt, dass das Theerschwelen der bituminösen Brennstoffe mit grossen Schwierigkeiten verknüpft und zum Zweck der Bereitung eines Theeres als Material zur weitern Verarbeitung auf Paraffin und Photogen unpraktisch ist, selbst wenn man den Schwelofen in Gestalt eines kleinen Schachtofens construirt und mit Ventilatoren zum Aufsaugen der flüchtigen Produkte der trocknen Destillation versieht. Ein im Jahre 1859 von L. Unger (technischer Dirigent einer Paraffinfabrik in Döllnitz bei Halle) construirter Theerschwelofen soll die Uebelstände, die mit dem Schwelen der fossilen Brennstoffe nach gewöhnlicher Art verknüpft sind, beseitigen, dabei die Vortheile einer billig herzustellenden Anlage mit grösserer Produktionsfähigkeit und geringerem Aufwande an Arbeitskräften

und Brennmaterial in sich vereinigen, so wie die Leitung des Betriebes so vereinfachen, dass es weniger von der Einsicht und Sorgfalt der Arbeiter abhängt, einen guten Erfolg mit Sicherheit zu erzielen.

Die Retorten, namentlich die horizontalen Retorten werden ebenfalls häufig zur Theerbereitung benutzt. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, dass die Anlage von Retortenöfen, in denen, wie bei der Fabrikation von Leuchtgas, welche ja auf ganz entgegengesetzten Principien beruht, eine grössere Anzahl von Retorten z. B. vier oder acht, über einem Feuer liegen, selbst bei sorgfältig geleiteter Operation ungünstige Resultate liefert. In neuerer Zeit ist zuerst in Böhmen und später auch anderwärts ein ganz aus Charmotte- oder gut gebrannten Backsteinen construirter, einem flachgewölbten Backofen ähnlicher Ofen mit ziemlich günstigem Erfolge angewendet worden, derselbe kann jedoch einmal ausser Betrieb gekommen, ohne vorherigen Umbau nicht wieder in Gang gebracht werden, da eine Reparatur nur sehr schwierig zu bewirken ist, wenn er auch andererseits den Vortheil einer billigen Anlage bietet. Die vollständige Verdichtung der Theerdämpfe ist eine der schwierigsten Aufgaben der Paraffin- und Mineralölfabrikation und die gewöhnlich zur Condensation angewendeten Mittel wie starke Kühlung, grosse Condensationsflächen, Luft- und Erdkühlung, Einspritzen von kaltem Wasser u. dergl. haben sich im Allgemeinen ungenügend erwiesen und grosse Verluste an Dämpfen nicht zu verhindern vermocht. Häufig wollte man Theerdämpfe condensiren, wie man Alkohol- und Wasserdämpfe verdichtet. Betrachtet man aber einerseits die Destillation von Flüssigkeiten, andererseits die trockne Destillation genauer, so findet man zwischen beiden einen wesentlichen Unterschied. Während des Siedens der Flüssigkeiten, wie z. B. beim Abdestilliren des Alkohols aus der weingaren Maische verdrängen die sich bildenden Dämpfe nach und nach die in der Blase und in dem Kühlapparate enthaltene Luft und erfüllen endlich den ganzen Raum. Sobald die Dämpfe mit den kalt gehaltenen Flächen der Kühlapparate in Berührung kommen, schlagen sie sich nieder und machen, indem der durch die Condensation entstandene leere Raum saugend wirkt, anderen eben solchen Dämpfen Platz, welche ebenfalls sogleich in den flüssigen Zustand übergehen. Findet hinreichende Kühlung statt, so wird der Verlust, wie die Spiritusfabriken lehren, auf das Minimum reducirt sein, denn auch das letzte Dampfbläschen kann der Condensation nicht entgehen. Bei der trocknen Destillation ist der Verlauf dagegen ein ganz anderer. Mit den Dämpfen bilden sich zugleich Gase in reichlicher Menge. Gelangt nun das Gemisch von Gasen und Dämpfen in den Kühlapparat, so schlagen sich die Dampftheilchen, welche unmittelbar mit den Wänden der Kühlvorrichtung in Berührung kommen, nieder und werden durch eine Schicht von Gasen ersetzt, welche die übrige Dampfmasse einhüllt, und als schlechter Wärmeleiter die fernere Einwirkung des Condensators verhindert. So kann in der Mitte der Kühlröhren ein Dampfstrom, welchem permanente Gase beigemengt sind, trotz starker Abkühlung, unverändert weiter gehen, und daraus erklärt sich auch, wie bei ungenügender Condensation aus dem Condensator Oel- und Paraffintheilchen in Gestalt eines dicken Nebels entweichen, die sich an einem davorgehaltenen Wergballen als gelbe schmierige Masse absetzen. Zu einer genügenden Verdichtung der Theerdämpfe gehört, dass alle Theilchen derselben mit den Condensationsflächen in Berührung kommen, und diese brauchen weder gross

zu sein, noch bedürfen sie einer starken Abkühlung, denn die latente Wärme der Theerdämpfe ist eine sehr geringe, und eine mässige Temperaturerniedrigung hinreichend, um sie in flüssigen Zustand überzuführen. Das Gemisch von Dämpfen und Gasen kann mit einer Emulsion verglichen werden, und gleichwie man die Fetttheilchen durch rasches Durcheinanderschlagen von der Buttermilch trennt, kann die Ausscheidung der Dämpfe durch Anwendung von Exhaustoren in Form von Flügelventilatoren wesentlich befördert werden. Man muss bei der Condensation der Theerdämpfe also hauptsächlich bedacht sein, dass die Dampfmoleküle ihre Lage beständig ändern und mit den Wandungen des Kühlers unmittelbar in Berührung gerathen. Leitungen, bei denen die Dämpfe in gerader, ununterbrochener Richtung fortströmen, sind somit zu vermeiden. Auf die Ausbeute an Theer und dessen Gehalt an Paraffin und Mineralöl ist die Temperatur beim Destilliren von grossem Einflusse, ferner, wie schnell den entstandenen Gasen und Dämpfen durch zweckmässige Kühlvorrichtung der Abzug gestattet wurde.

Der Theer, so wie er durch trockne Destillation des Torfes, der Braunkohle, des Blätterschiefers, der Bogheadkohle und ähnlicher Rohmaterialien gewonnen wird, ist von kaffeebrauner Farbe, besitzt meist eine alkalische, in wenigen Fällen eine saure Reaction und zeichnet sich durch den durchdringenden und charakteristischen Theergeruch aus. Durch längeres Verweilen an der Luft geht die hellbraune Farbe des Theeres durch Sauerstoffaufnahme in eine dunkelbraune, ja zuweilen fast schwarzbraune, über. Bei 9 bis 6° erstarrt er häufig durch seinen Paraffingehalt zu einer butterähnlichen Masse. Er schwimmt auf dem Wasser und hat ein specifisches Gewicht von 0,85—0,93. Der mittelst überhitzter Wasserdämpfe aus Braunkohlen erhaltene Dampftheer ist (nach Ramdohr — 1869 —) stets sauer und mit Alkalien vollständig verseifbar. Er erstarrt bereits bei 55—60° C. und kann selbst im Sommer in Form von Tafeln oder Blöcken, ohne zu erweichen, aufbewahrt werden. Sein spec. Gewicht beträgt 0,875. Die Verarbeitung des Theeres beginnt mit der Entwässerung. Zu dem Ende wird der Theer aus dem Theerbassin mittelst Pumpen in die Entwässerungsapparate (Decantirständer) gepumpt. Diese Apparate bestehen aus grossen Kästen von Kesselblech und sind in einem Abstande von 10 Centimeter mit gleichen Mänteln umgeben. In dem Zwischenraum befindet sich Wasser, welches durch Dämpfe 10 Stunden lang auf einer Temperatur von 60—80° gehalten wird. Nach dieser Zeit hat sich das Ammoniakwasser, welches ungefähr $^1/_3$ des ganzen Rohtheeres ausmachte, sowie ein grosser Theil der Unreinigkeiten, die aus Kohlenstaub bestehen, von dem Theer abgeschieden. Die geringe Menge Wasser, welche dann noch in dem Theer geblieben ist, übt auf die nun folgende Destillation keinen nachtheiligen Einfluss mehr aus. Der Entwässerungskasten ist mit zwei Hähnen versehen, von welchen einer dicht am oberen Boden, der andere einen Fuss höher angebracht ist. Mittelst des unteren Hahnes zapft man das Ammoniakwasser ab, mittelst des oberen Hahnes erhält man den entwässerten Theer. Der entwässerte Theer wird der Destillation unterworfen. Dies geschieht in Destillirblasen, welche gewöhnlich 20 Centner fassen. Sie sind meist von Gusseisen. Die Destillirblasen sind mit sehr flachen Helmen und weiten Mündungen versehen. Die im Anfang entweichenden Gase müssen durch geeignete Vorrichtungen aus dem Destillirhause

entfernt werden. Bei 100° C. beginnt erst die eigentliche Destillation. Im Anfang erhält man noch eine geringe Menge sehr starken Ammoniakwassers nebst leichten Oelen. Nach einer kurzen Zeit liefert die Destillation kein Wasser mehr und das Oel läuft in einem ununterbrochenen starken Strahl in die Vorlage. Der Siedepunkt des Theeres ist nicht constant und variirt alle 5 bis 10 Minuten; erst nachdem eine grosse Menge Oel abdestillirt ist und die Temperatur 200° C. überschritten hat, stellt sich der Siedepunkt in etwas fest und man erhält nun eine neue Portion Wasser gleichzeitig mit dem Oel. Dieses Auftreten von Wasser ist nicht das Ergebniss der Zersetzung von Oelen, sondern ist das chemischgebundene Wasser des Kreosots und der Carbolsäure, welches bei dieser Temperatur frei wird. Die Oele, welche nun erhalten werden, erstarren beim Erkalten durch ihren Paraffingehalt und werden für sich aufgefangen. Man kann nun die Destillation bis zur Trockne fortsetzen, wobei man auf den Asphalt Verzicht leisten und die Destillirblase nach der vierten bis fünften Operation von dem Rückstande gereinigt werden muss, oder aber man nimmt Proben mit einem eisernen Löffel und überzeugt sich von der Härte des Asphalts. Hat er die geeignete Härte, so lässt man das Feuer ausgehen, die Blase einige Stunden erkalten, und entleert dieselbe durch einen am Boden des Kessels befindlichen Stopfen. Eine Blase von 500 Liter Inhalt gebraucht 12—14 Stunden Destillationszeit bis zur Trockne, und 8—10 Stunden, wenn man den Asphalt gewinnen will.

Das Gemenge der Destillationsprodukte kommt nun in grosse, geschlossene Cylinder von Gusseisen, und wird mit einer Lösung von Aetznatron in der Weise behandelt, dass die Lauge in innige Berührung mit den Oelen kommt. Es hat diese Behandlung den Zweck, die sauren Körper, z. B. die der homologen Phenolreihe angehörigen Stoffe (die man in den Fabriken kurzweg als Kreosot bezeichnet) und die sauren holzessigartigen Körper, die den Oelen den unangenehmen Geruch und die dunkle Farbe geben, an Natron zu binden. Ist der Zweck erreicht, so wird die Mischung in einen eisernen Kasten abgelassen, in dem sich das Kreosot-Natron (Phenol-Natron) und die übrigen Verbindungen des Natrons absetzen. Dieselben werden abgelassen und das Oel so lange mit Wasser gewaschen, bis es nicht mehr alkalische Reaction zeigt. Dann kommt das Oel wieder in einem dem früheren gleichen Cylinder von Gusseisen und wird hier in derselben Weise mit Schwefelsäure behandelt, wie früher mit Natron. Die Schwefelsäure hat den Zweck, alle basischen Körper, die zum Theil auch den rohen Oelen den unangenehmen Geruch und Farbe verleihen, zu binden. Ist die Einwirkung der Schwefelsäure beendet, so wird das Gemisch aus dem Mischgefäss wieder in eiserne Kasten abgelassen, und, wenn sich die sauren Verbindungen abgeschieden haben, letztere abgezogen, die Oele mit vielem Wasser und zuletzt mit einer sehr schwachen Natronlauge gewaschen, und dann dieselben auf die grossen Blasen zur Rectification gebracht. Die früher erhaltene Lösung von Kreosot-Natron wird mit der schwefelsauren Lösung neutralisirt, wodurch einerseits rohe Carbolsäure (Kreosot) gewonnen wird, die entweder zum Desinficiren oder zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen Anwendung findet, andererseits aber schwefelsaures Natron, das an Sodafabriken abgegeben wird. Neuerdings wird (auf Anregung von L. Ramdohr) das Kreosot-Natron mit vielem Erfolge auf Leuchtgas (Kreosotgas) verarbeitet, wobei natronhaltige Koks zurück-

bleiben, aus denen durch Auslaugen fast alles Natron wieder erhalten werden kann.

Bei der Rectification der Theeröle wird genau so verfahren, wie bei der Destillation des Theers. Die übergehenden Oele werden nach ihrem specifischen Gewicht in Photogen und Solaröl getrennt oder bis zum Gewicht von 0,833 gemischt als deutsches Petroleum oder Solaröl in den Handel gebracht. Wenn die überdestillirenden Oele anfangen, in der Kälte zu erstarren, oder ein specifisches Gewicht von 0,880 bis 0,900 haben, werden sie gesondert aufgefangen, und diese bis zu Ende übergehende Masse zur Krystallisation des Paraffins in einen Keller gestellt. Die hierzu verwendeten Gefässe sind entweder grosse viereckige, eiserne Kasten, die unten einen Abzugshahn haben, oder nach unten spitz zulaufende, 1,6—2 Meter hohe, oben 1 Meter breite Gefässe von Eisenblech oder Holz, die unten eine mit einem Holzstopfen zu verschliessende Oeffnung haben. Nach beendigter Krystallisation, also nach ungefähr 2—4 Wochen, wird das flüssig gebliebene dicke Oel langsam abgezogen, während die glänzenden Krystallblättchen von Paraffin im Gefäss zurückbleiben. Dieses dicke Oel wird nun aufgehoben und der Winterkälte ausgesetzt, wobei noch grosse Mengen fester Kohlenwasserstoffe herauskrystallisiren, die zwar nicht Paraffin sind, aber doch in Stearinfabriken sehr gute Verwendung finden und daher an diese mit Vortheil abgesetzt werden. Das von dieser zweiten Krystallisation zurückbleibende Oel findet verschiedene Anwendung. Hat es ein mässig niedriges spec. Gewicht, so wird es einer Destillation unterworfen und giebt dabei Solaröl, hat es jedoch ein höheres Gewicht, z. B. von 0,925—0,940, so giebt es bei der Destillation kein Solaröl mehr, sondern dieses dicke Oel (Paraffinöl) kommt als Maschinen- oder Wagenschmiere, oder als Material zur Bereitung von Leuchtgas in den Handel. Je nach der Natur der angewandten Rohstoffe erhält man mehr oder weniger dieser dicken Paraffinöle. Die unter dem Namen belgische Wagenschmiere in den Handel kommende Masse ist aus diesen Oelen dargestellt.

In den deutschen Fabriken wird das Rohprodukt, die sogenannte Paraffinbutter, auf verschiedene Weise behandelt; einige Fabrikanten bringen dieselbe ohne Weiteres in einen kühlen Raum zur Krystallisation, andere aber behandeln dieselbe zunächst mit Aetzlauge und Schwefelsäure und destilliren sie dann erst nochmals oder überlassen sie auch mit Umgehung dieser letzteren Manipulation zur Krystallisation der Ruhe. Die erstere Methode hat den Nachtheil, dass dem Paraffin ein grosser Theil seines Lösungsmittels, des schweren Oeles, gelassen wird. Bei der Behandlung der Paraffinbutter mit Natronlauge nimmt diese letztere alle sauren Bestandtheile der ersteren (die Phenole und das Kreosot) und andere in sich auf. Die nach dem Absetzenlassen und Trennung der Lauge von der Paraffinbutter folgende Behandlung derselben mit Schwefelsäure, wozu nach Umständen 6—10 Proc. Säure erfordert werden, entfernt die alkalischen und harzigen Bestandtheile und bedingt dadurch eine Volumenverminderung von nahezu 5 Proc., sodass man nach Anwendung dieser chemischen Agentien eine weit concentrirtere Lösung von Paraffin vor sich hat, welche bei der Krystallisation auch jedenfalls mehr Paraffin ausscheiden lässt. Die so behandelte Paraffinbutter wird nun in kühle Räume zur Krystallisation hingestellt und ihr dazu mindestens 3—4 Wochen Zeit gelassen, worauf die entstandenen Krystalle von dem schweren Oele durch

einfache Filtration, Absaugung, Centrifugalmaschine oder eine andere Vorrichtung getrennt werden. Für grosse Fabriken, wo es sich um schnelle Verarbeitung grosser Mengen handelt, ist die Centrifugalmaschine zum Ausschleudern des Oeles unentbehrlich, welcher Apparat die Trennung des Oeles von den Krystallen überhaupt nicht allein am schnellsten, sondern auch am vollkommensten bewerkstelligt. Die erhaltenen Krystalle werden zusammengeschmolzen und in zollstarke Kuchen ausgegossen, welche das Rohparaffin darstellen; die Oele aber werden durch Destillation über freiem Feuer in Solaröl und Paraffinbutter getrennt. Das Rohparaffin wird in allen Fällen zunächst durch mechanische Pressung von dem grössten Theile des noch anhaftenden Oeles befreit, wozu man sich hydraulischer Pressen bedient. Die Presskuchen werden dann bei 180^{0} mit 10 Proc. Schwefelsäure gemischt, nach 2 Stunden das Paraffin von der Säure abgelassen, gewaschen, in Kuchen gegossen und in einer hydraulischen Presse abermals gepresst; die Presskuchen werden nach dem Schmelzen mit einer Sodalösung gewaschen. Da der Zweck der Schwefelsäurebehandlung des Paraffins der ist, die letzten Theile des schweren Oeles zu entfernen, welche dem Paraffin gewissermaassen als Mutterlauge noch anhängen, so lag wohl die Idee nahe, diesen Zweck durch eine Art Waschung und mittelst Agentien zu erreichen zu suchen, welche in keinem Falle zerstörend auf das Paraffin zu wirken vermöchten. Als besonders dazu geeignet zeigten sich das Benzol und überhaupt alle leichten weissen Theeröle, das Petroleum und der Schwefelkohlenstoff, und man verfährt damit folgendermaassen: Das Rohparaffin wird zunächst einer starken, warmen Pressung unterworfen und die Presskuchen dann mit 5—6 Proc. von einer der obigen Flüssigkeiten zusammengeschmolzen und abermals in Kuchen ausgegossen. Jetzt presst man abermals und wiederholt im Nothfalle die ganze Operation noch einmal. Das Paraffin ist jetzt völlig rein und weiss, der noch anhaftende Geruch des Lösungsmittels aber muss mittelst Einleiten gespannten Wasserdampfes verflüchtigt werden. Das abgeblasene Paraffin wird durch Seidenpapier filtrirt und in Tafeln von 3—5 Centimeter Dicke gegossen. Ein neues Verfahren der Paraffingewinnung ist in neuerer Zeit von B. Hübner (in Rehmsdorf bei Zeitz) aufgekommen. Bisher wurde das Paraffin auf folgende Weise gewonnen. Der Theer wurde destillirt und das Destillat in einen flüssigbleibenden und einen erstarrenden Theil zerlegt. Der letztere wurde entweder, ohne weitere Behandlung, roh in möglichst kühlen Räumen zur Krystallisation bei Seite gesetzt; nachdem diese erfolgt, wurden die festen Kohlenwasserstoffe, denen er seine Consistenz verdankt, durch Centrifugen und Pressen von den beigemengten Paraffinölen getrennt, einer Behandlung mit Natron und Schwefelsäure unterworfen, dann abermals destillirt, das erstarrende Destillat durch Pressungen mit den flüchtigsten, farblosen, flüssigen Kohlenwasserstoffen aus dem Braunkohlentheer gereinigt, resp. entfärbt, oder aber, der erstarrende Antheil des Destillats aus dem Theer wurde direct mit kaustischem Natron und Schwefelsäure behandelt, einer erneuten Destillation unterworfen, das Destillat zur Krystallisation gestellt und die aus den krystallisirten Massen ebenfalls durch Centrifugen oder Pressen abgeschiedenen festen Kohlenwasserstoffe wurden durch Pressungen mit den oben gedachten flüssigen Kohlenwasserstoffen gereinigt. In beiden Fällen ging der Paraffingewinnung eine zweifache Destillation desselben voraus. Verschiedene Erscheinungen deuten darauf hin, dass jede derselben insofern

einen nachtheiligen Einfluss auf die festen Kohlenwasserstoffe ausübt, als ein sehr grosser Theil davon bei den hohen Destillationstemperaturen in weniger werthvolle, flüssige Kohlenwasserstoffe, ein anderer in zwar wiederum feste zerfällt, die aber einen niedrigeren Schmelzpunkt haben als diejenien, aus welchen sie entstande n, und deshalb gleichfalls von geringerem Werthe sind.

Um diese Umbildungen und Zersetzungen wenigstens theilweise zu vermeiden, hat nun Hübner anstatt der aus dem Theer ausgeschiedenen Paraffinmassen diesen selbst einer geeigneten Behandlung mit Schwefelsäure und nach Trennung von der letzteren einer Destillation über einige Procente gelöschten Aetzkalkes unterworfen, die dabei gewonnene Paraffinmasse zur Krystallisation bei Seite gesetzt, die von dem Oel getrennten Paraffinkrystalle aber durch Pressungen mit weissem Braunkohlentheer sofort gereinigt. Bei diesem Verfahren werden also eine Destillation und die damit verbundenen Zersetzungen vermieden; die Folgen davon sind:

α) grössere Ausbeute an Paraffin,

β) Gewinnung eines bedeutend härteren Paraffins, als nach dem erstgedachten Verfahren.

Neben dem Paraffin und gleichzeitig mit diesem werden aus dem Braunkohlentheer Mineralöle gewonnen, die hauptsächlich als Material zur Beleuchtung dienen. Das wichtigste und werthvollste Ergebniss desselben waren früher die letzteren. In neuerer Zeit sind dieselben durch die überaus massenhafte Gewinnung und Verwendung der zu gleichem Zweck benutzten natürlichen Mineralöle, insbesondere des amerikanischen Petroleums, derart entwerthet worden, dass die Industrie, die sich mit ihrer Herstellung beschäftigt, in empfindlichster Weise davon berührt wird und sich ernstlich nach Mitteln umsehen muss, um die ihr zugefügten Nachtheile auszugleichen. In dieser Beziehung wird auch eine Mehrgewinnung von den festen Kohlenwasserstoffen, dem Paraffin, die bedeutend werthvoller sind, als die flüssigen, die Mineralöle, und dessen Verwendung immer grössere Dimensionen annimmt, von Wichtigkeit sein und somit auch die vorerwähnten Ergebnisse. Durch die besprochene Destillation über Kalk werden 40—50 Procent der Unreinigkeiten aus dem Theer (insbesondere Brandharze und dem Kreosot verwandte Stoffe) entfernt, die nach dem älteren Verfahren auf kostspieligere Weise durch Aetznatron aus den Destillaten desselben genommen werden mussten.

Das Paraffin im gereinigten Zustande hat folgende Eigenschaften: Es ist eine weisse wachsähnliche, geruch- und geschmacklose, im geringen Grade fettig anzufühlende Substanz von 0,877 specifischem Gewichte, härter als Talg, aber weicher als Wachs. Je nach seinem Ursprunge besitzt das Paraffin sehr abweichende Eigenschaften. Paraffin aus Bogheadkohle war einerseits nach dem Schmelzen sehr krystallinisch und schmolz bei 45,5°, andererseits körnig wie gebleichtes Wachs und von 52° Schmelzpunkte. Das Paraffin aus Rangoontheer schmolz bei 61°, das aus Torf bei 46,7°. Der mittlere Schmelzpunkt der aus sächsischer Braunkohle gewonnenen Paraffinsorten liegt bei circa 50° (d. h. der härteste, welcher zu den Krystall- und Brillantkerzen dient, schmilzt bei 54° C., der weichere bei 49° C.); der des Paraffins aus galizischem Erdwachs bei 60°, doch besitzt ein Theil davon einen niedrigen Schmelzpunkt, der zuweilen bis auf 45° herabsinkt. Das aus Ozokerit dargestellte natürliche Paraffin schmilzt erst bei 65,5°.

Was die Constitution des Paraffins betrifft, so gehört dasselbe zu den Ethanen (d. h. homologen Kohlenwasserstoffen der Reihe $C_n H_{2n} + 2$, von denen das Sumpfgas oder Methan CH_4 das erste Glied und die Heptane, Octane, Nonane etc. Bestandtheile des Petroleums bilden) und zwar zu den Gliedern dieser Reihe, die mehr als 16 Kohlenstoffatome enthalten. Die weicheren Paraffine sind zusammengesetzt nach der Formel $C_{18}H_{40}$ und $C_{20}H_{42}$; die härteren nach den Formeln $C_{21}H_4$ und $C_{22}H_{46}$. Das Paraffin ist unlöslich im Wasser, löst sich dagegen in Alkohol, Aether, Terpentinöl, Olivenöl, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff; 100 Th. siedenden Alkohols lösen nur 3 Th. Paraffin. Es siedet über 300° und destillirt unverändert über. Säuren und Alkalien greifen das Paraffin bei gewöhnlicher Temperatur nicht an, Chlor gleichfalls nicht; wirkt aber Chlorgas längere Zeit auf durch Erwärmen flüssig gemachtes Paraffin ein, so bilden sich gechlorte Produkte unter Entwickelung von Salzsäure. Mit Wachs, Stearin- und Palmitinsäure, so wie mit Harz kann das Paraffin in allen Verhältnissen zusammengeschmolzen werden. Die Hauptanwendung des Paraffins ist bekanntlich die zu Paraffinkerzen, von welchen Seite 466 bei der Kerzenfabrikation die Rede war. Ausserdem ist es vorgeschlagen worden als Schmiermittel, zum Conserviren von Holz, zum Dichten der Wein- und Bierfässer, zum Verhüten des Schäumens und Uebersteigens beim Verkochen des Zuckersaftes in den Vacuumpfannen, zum Conserviren von Fleisch, zum Einfetten des Leders, zum Wasserdichtmachen von Geweben, zum Ersatz des Wachses bei der Bereitung des Wachspapieres und der Stearinsäure zum Tränken von Gypsgegenständen, zur Bereitung der Masse der feineren Zündrequisiten; so wie seiner chemischen Beständigkeit wegen bei gewissen chemischen Operationen. Seit einigen Jahren verwendet man es in der Provence zur Enfleurage gewisser Wohlgerüche wie der Reseda, des Jasmins, der Veilchen etc., ferner in der Spielwaarenfabrikation zur Herstellung der wachsartigen Ueberzüge der Puppenköpfe.

Fabrikation des Solaröles. Bei der trockenen Destillation der Bogheadkohle, des Blätterschiefers, der Braunkohle und des Torfes bildet sich, wie in den vorhergehenden Abschnitten erörtert worden ist, Theer, dessen Menge je nach der Natur des angewendeten Rohmaterials variirt. Einer rectificirenden Destillation unterworfen, liefert der Theer das Theeröl, welches durch weitere Rectification in den festen Leuchtstoff, das Paraffin und in die flüssigen, ölähnlichen Körper zerlegt werden kann, welche, nachdem die sauren und schweren Bestandtheile, die Carbol- oder Phenylsäure abgeschieden worden, als Gemenge unter den Benennungen deutsches Petroleum, Photogen, Mineralöl, Hydrocarbür, Ligroïn, Solaröl, Paraffinöl (worunter man in England das aus der Bogheadkohle gewonnene Brennöl versteht) und dergl. im Handel vorkommen. Diese Oele sind dem Petroleum oder Erdöl nahe verwandt, welches gleich ihnen nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht. Im möglichst reinen Zustande sind sie fast farblos und besitzen nur einen geringen Geruch. Die Mineralöle, wie sie gegenwärtig der Handel liefert, müssen in folgender Weise unterschieden werden. Das Photogen, so wie es in den Fabriken der Provinz Sachsen dargestellt wird, besteht aus einem Gemisch von Oelen, deren Siedepunkte zwischen 100° und 300° liegen; es ist eine klare und sehr dünne Flüssigkeit von charakteristischem und ätherischem Geruche und einem specifischen Gewichte von 0,800—0,810; es ist aus verschiedenen Oelen

von 0,760—0,865 spec. Gewicht zusammengesetzt. Die früher im Handel vorkommenden leichten Photogene von 0,780 specifischem Gewichte erhalten grossentheils Essenzen von nur 0,720 spec. Gewichte, welche noch unter 60° zu sieden beginnen und daher ihrer Feuergefährlichkeit wegen längst als Leuchtmaterialien beseitigt sind. Seitdem das Photogen, d. h. die leichteren Sorten desselben, als Leuchtstoff seinen Credit zum Theil verloren, kommt es unter dem Namen Benzin (Benzolin, Naphta, Ligroïn) von Neuem auf den Markt, um als Fleckwasser, zum Entfetten der Wolle, als Surrogat des Terpentinöles, zum Carburiren des Leuchtgases und zur Speisung der Schwamm- oder Ligroïnlampe u. s. w. Verwendung zu finden. Das Solaröl (deutsches Petroleum), welches die Photogene und die fetten Oele als Leuchtmaterialien der Art verdrängt hat, dass es im Vereine mit dem Petroleum in der Beleuchtungsfrage bereits eine dominirende Stellung einnimmt, ist ein klares, farbloses oder schwach gelblich gefärbtes Oel von einer Consistenz, welche der des Rüböles zuweilen nicht viel nachsteht. Sein spec. Gewicht ist 0,830—0,835, sein Siedepunkt zwischen 250 und 350° C. Bei —10° darf es noch kein Paraffin ausscheiden; in einer Flasche geschüttelt, darf es die Blasen nicht schneller aufsteigen lassen, als Rüböl. Die Entzündungstemperatur des Solaröles liegt gewöhnlich erst über 100°. Das Maschinenschmieröl (*lubricating oil*), in neuerer Zeit auch unter dem Namen Vulkanöl vorkommend, ist ein dickflüssiges Oel von brauner Farbe, 0,840—0,977 spec. Gewicht und setzt in der Kälte viel feine Paraffinkrystalle ab. Es bildet sich in den Paraffin- und Solarölfabriken, so wie in den Petroleumraffinerien in grosser Menge. Die im Steigen begriffene Erzeugung von Wagenfetten, Maschinenschmieren und ähnlichen Antifrictionsmitteln absorbirt zwar einen nicht geringen Theil des genannten Oeles, und namentlich werden in England diese Schmieröle, welche weder dem Verharzen, noch dem Erstarren in der Winterkälte unterliegen, zum Schmieren der Spindeln in den Baumwollspinnereien und in anderen Etablissements mit Vortheil verwendet. Ihr Verkauf ist jedoch mehr durch die Nothwendigkeit und den Mangel anderer Verwendungsarten geboten, als dass den betreffenden Fabriken ein besonderer Vortheil daraus erwüchse.

In Preussen werden gegenwärtig (1874) aus Braunkohle in 50 Theerschwelereien und 17 Fabriken dargestellt:

120,000 Centner Paraffin,
350,000 „ Mineralöl und circa
90,000 „ Nebenproducte,

meist Paraffinöle zur Schmieröl- und Gasfabrikation mit einem Handelswerthe von über 12 Millionen Mark.

Das Petroleum.

Seit dem Jahre 1859 ist das Petroleum (Erdöl, Steinöl) für Beleuchtungszwecke ein Handelsartikel allerersten Ranges geworden, der von Tag zu Tag eine grössere Bedeutung erlangt und dessen wirthschaftliche Tragweite in ihrem ganzen Umfange noch nicht im

geringsten geschätzt werden kann. Seit wenig Jahren ist das Petroleum der drittwichtigste Ausfuhrartikel der Vereinigten Staaten geworden. Der Gegenwart dient es als billiger und unübertrefflicher Leuchtstoff für Lampen und zur Herstellung von Leuchtgas, in der Zukunft wird es auch als Heizmaterial in vielen Fällen vortheilhafte Verwendung finden.

Das Petroleum wurde schon im Alterthume vielfach benutzt. Es bestanden Gewinnungen auf der Insel Zante, die einen Theil von Griechenland damit versorgten, das Petroleum von Agrigent wurde unter dem Namen des sicilianischen Oeles in den Lampen verbrannt. Das verdickte Erdöl (Erdpech oder Asphalt), dessen man sich an Stelle des Mörtels beim Bauen in Babylonien bediente, kam aus Quellen in der Nähe des Euphrats. Der Erdtheer wurde auch zur Mumienbereitung und zu verschiedenen anderen Zwecken angewendet, so scheint es, dass die Alten zur Darstellung gewisser schwach gebrannter, schwarz gefärbter Thongefässe sich eines Zusatzes von Asphalt bedient haben. Syrien und Mesopotamien und andere Länder Mittelasiens enthalten überhaupt grosse Massen verdickten Erdöles, unter die Fundorte gehört auch das todte Meer, welches ja früher der Asphaltsee *(lacus asphaltites)* hiess. Selten erscheint es in solcher Menge, dass Seen dadurch gebildet werden, wie solches auf Trinidad der Fall ist, wo der Pitch-Lake aus Bergtheer besteht, welcher nach der Verschiedenheit der Temperatur bald mehr, bald weniger zähe ist.

Das Erdöl quillt an vielen Orten zu Tage, so zu Amiano unweit Parma; das daselbst gewonnene Oel wurde noch im vorigen Jahrhundert für die Beleuchtung einiger Städte, namentlich in Genua verwendet; es kommt ferner als Quelle vor zu Tegernsee in Bayern, in der Schweiz bei Neufchatel, zu Sehnde bei Hannover, zu Kleinschöppenstedt in Braunschweig, zu Bechelbronn im Elsass, bei Coalbrookdale in England, in den Pyrenäen, in Galizien (hauptsächlich im Samborer Kreis, nordöstlich von Lemberg), in Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien, in Rumänien u. s. w. Ausserdem liefert nicht nur die Halbinsel Apscheron an der Westküste des caspischen Meeres eine grosse Menge Erdöl oder Naphta, sondern auch auf der an der Ostküste des Caspissees liegenden Insel Tschelekän (39,5^0 n. B.) finden sich mehr als 3400 Erdölbrunnen, welche jährlich 54,400 Centner Erdöl verschiedener Art in den Handel liefern. Auch in Rangoon in Birma oder Burmah in Hinterindien, an den Ufern des Irawaddy kommt das Erdöl (Rangunöl) in solcher Menge vor, dass von dort jährlich 400,000 Fässer, jedes von ungefähr 6 Centner Gewicht ausgeführt wurden. Am massenhaftesten aber findet sich das Erdöl in Nordamerika und zwar in Schichten, welche dem Alleghanygebirge parallel liegen und sich vom Ontario-See bis in das Thal des kleinen Kanawha in Virginien verbreiten. Der Streifen befasst die westlichen Grafschaften des Staates von New-York und von Pennsylvanien, einen Theil von Ohio und die an den Ohio grenzenden Theile des gleichnamigen Staates. Die hauptsächlichsten Oelquellen sind aber zu Mecca (Grafschaft Trumhall, Ohio) und zu Titusville, Oil-City, Pithole-City, Rousseville, M'Clintockville (Grafschaft Venungo, Pennsylvanien, dem Lande der Seneca-Indianer). Das Gebiet der Bohrlöcher heisst *Oil-creck.* Die Bohrlöcher sind 22—23 Meter tief und hunderte derselben vorhanden.

Man unterscheidet Bohrlöcher mit beständigem Oelausfluss *(flowing well)*, und Bohrlöcher, aus welchen das Oel gepumpt werden muss *(pumping well)*. In Canada wird das Erdöl in zwei verschiedenen Gegenden gewonnen, nämlich zu Gaspe, beim Busen von St. Lorenz, und in der Grafschaft Lambton, am westlichen Theile der Halbinsel zwischen dem Huronen-, Erie- und Ontariosee, namentlich in dem District von Enneskillen. Auch in Californien kommt das Erdöl in erstaunlicher Menge vor, eben so auch in Peru, in der argentinischen Republik, in Bolivien etc.

Die meisten Petroleumarten können nicht ohne weiteres in dem Zustande, in welchem sie der Erde entquellen, als Leuchtmaterial verwendet werden, fast sämmtlich bedürfen dieselben einer Reinigung, die je nach der Natur und der Consistenz des Oeles auf verschiedene Weise ausgeführt wird. Die auf der Halbinsel Apscheron in der Umgegend von Baku vorkommenden Oele sind meist farblos und werden direct zur Speisung der Lampen benutzt, bei ihnen genügt eine einfache Destillation zur vollkommenen Reinigung. Das Erdöl von Rangoon (Birma) ist in Folge seines grossen Gehaltes Paraffin (Belmontin) bei gewöhnlicher Temperatur butterartig und wird deshalb auf Paraffin verarbeitet. Die Oele von den ostindischen Inseln haben in Folge beigemengter geschwefelter Verbindungen einen höchst unangenehmen Geruch. Solche Erdöle können nur nach einer kräftigen Reinigung — mittelst Natronlauge und Schwefelsäure — als Leuchtmaterial Anwendung finden. Die Erdöle des nördlichen Theiles der nordamerikanischen Union und Canada's haben sehr verschiedene specifische Gewichte, so besitzt das Erdöl aus der Grafschaft von Venango in Pennsylvanien eine Dichte von 0,8, von anderen Localitäten aber 0,85, und selbst 0,9 spec. Gewichte. Von grosser Wichtigkeit sind die galizischen Erdöle, die theils durch Reinigen der rohen Naphta — in 22 Fabriken in der Gegend von Boryslav und Drohobicz —, theils auch bei der Verarbeitung des Erdwachses durch Destillation auf Paraffin als Nebenprodukte dargestellt werden. Der Werth des Steinöles und die Art des Reinigungsprocesses hängt mehr von dem specifischen Gewichte ab; die leichteren Sorten liefern 90 Proc. eines in Photogen und Solaröl sich spaltenden Oeles, die schwerern dagegen enthalten viel Theer und geben nur 40—50 Proc. Lampenöl. Die Reinigungsmethoden des Erdöles bestehen in der Behandlung entweder mit Alkalien (Aetznatron) und Säuren (Schwefelsäure), oder mit Alkalien allein neben der Anwendung von Wasserdämpfen von verschiedener Temperatur, und in der fractionirten Destillation.

Was die chemische Constitution der Erdöle betrifft, so sind, nach den vorliegenden Untersuchungen, alle Sorten, gleichviel von welcher Consistenz, ob dünnflüssig wie das Erdöl von Pennsylvanien und von Baku, oder von Butterconsistenz wie der Rangoontheer, Gemenge von den homologen höheren Gliedern der Kohlenwasserstoffreihe C_nH_{2n+2} (Ethane oder Paraffine), von welcher das Sumpfgas (Methan, Carbol, Methylwasserstoff, CH_4) das erste ausmacht, namentlich aus Pentanen C_5H_{12} (normalem Amylwasserstoff und Isopropyl-Aethyl), Hexanen C_6H_{14}, Heptanen C_7H_{16}, Octanen C_8H_{18}, Dekanen $C_{10}H_{22}$, Dodekanen $C_{12}H_{26}$ (mit dem Siedepunkte 198—200°). Zu den höheren Gliedern der Ethanreihe gehören auch die über 300° siedenden Antheile der festen Kohlenwasserstoffe, welche wie die Ethane

$C_{20}H_{42}$
$C_{21}H_{22}$
$C_{22}H_{23}$ etc.

in grösserer oder geringerer Menge in dem Petroleum vorkommen und das Paraffin bilden.

Das rohe Erdöl darf aus Amerika wegen seiner ausserordentlichen Gefährlichkeit nicht mehr versendet werden*). In der Union besteht ein Gesetz, wonach jedes Fass Erdöl einer Untersuchung zu unterwerfen ist, bevor es in den Handel kommt, und wonach kein Oel zugelassen werden darf, welches bei einer Temperatur unter 100° Fahrenheit (= 38° C.) brennbare Dämpfe (von Tetran oder Butylwasserstoff) entwickelt. Auch in England hat man ein ähnliches Gesetz (*Petroleum-Bill*) erlassen. Man ist daher genöthigt, das rohe Erdöl einer theilweisen und fractionirenden Destillation zu unterwerfen, um die flüchtigsten Bestandtheile, die Naphta, davon zu trennen.

Die Naphta kann in den sogenannten Ligroïnlampen als Leuchtstoff gebrannt werden. Die Naphta (auch Canadol genannt) kann Anwendung finden zum Carburiren des Leuchtgases, aber auch zur Gasbereitung, selbst als Ersatz des Terpentinöles (Kautschuk, Asphalt und Terpentin lösen sich in der Naphta, schwerer löslich erscheinen Colophonium, Mastix, Dammar, fast nicht werden gelöst Bernstein, Copal, Körnerlack und Schellack), anstatt des Schwefelkohlenstoffes zur Extraction fetter Oele, statt Benzol zur Entfernung der Fettflecken, zur Conservation anatomischer und ähnlicher Präparate; unter dem Namen *Sherwood-Oil* (Keroselen- oder Petroleumäther, in England und Amerika auch Rhigolen genannt) findet der flüchtigste Theil des Petroleums (von 0,65 spec. Gewicht und schon bei 40—50° C. siedend) als Anästheticum und äusserlich als schmerzstillendes Mittel zum Einreiben Anwendung. Die consistenten Erdölsorten finden unter dem Namen Vulkanöl (Globe-Oel, Phönix-Oel) als Schmiermittel Anwendung. In Nordamerika wird hier und da, namentlich versuchsweise auf der Kriegsmarine, das Petroleum als Heizstoff verwendet. Das raffinirte Erdöl (Leuchtöl) ist eine opalisirende Flüssigkeit von etwas gelblicher Farbe und 0,81 spec. Gewichte. Der Siedepunkt des Oeles liegt bei 150° C. Es mischt sich nicht mit Wasser, Alkohol und Holzgeist, dagegen leicht mit Schwefelkohlenstoff, Aether und Terpentinöl. Es wird in grösster Menge als Lampenleuchtmaterial consumirt, verhält sich dem Solaröl aus Braunkohlen und Torf analog und ist zum Unterschied von letzterem mit dem Namen Petrosolaröl zu bezeichnen.

Bei dem grossen Wirrwarr, welcher noch immer in den Namen der Destillationsprodukte des Petroleums herrscht, seien diejenigen aufgeführt, welche gegenwärtig in Nordamerika, in England und neuerdings vielfach auch in Deutschland gebräuchlich sind:

Spec. Gew.	Siedepunkt.		
0,65—0,66	40— 70°	Nr. 1.	Petroleum-Aether (Keroselen, Rhigolen, Sheerwood-Oil), Lösungsmittel für Harze, Kautschuk, Anästheticum;

*) Beachtenswerth ist die Beobachtung von M. C. Ommeganck in Antwerpen, dass eine Petroleumflamme durch Chloroform sofort zum Erlöschen gebracht werden kann.

Spec. Gew.	Siedepunkt.		
0,66—0,69	70— 90°	Nr. 2.	Gasoline (Canadol). Zur Extraction von Oelen aus Samen etc.; zur Wollentfettung und Leuchtgasfabrikation;
0,69—0,70	80—110°	Nr. 3.	Benzin (Fleckwasser);
0,71—0,73	80—120°	Nr. 4.	Ligroïne. Zum Brennen in den Ligroïnlampen und zur Bereitung von Leuchtgas;
0,73—0,75	120—170°	Nr. 5.	Putzöl. Zum Putzen von Maschinentheilen etc.; als Terpentinöl-Surrogat zum Verdünnen von Oelfarben, Lacken etc.

Oberhalb dieser Temperaturen geht raffinirtes Petroleum (Lampenöl) über, hierauf Paraffin und Paraffinöl. Pennsilvanisches Rohpetroleum giebt bei der Destillation

Petroleumäther, Gasolin und Benzin	15,5
Lampenöl	55
Schmieröl	17,5
Paraffin	2
Verlust	10
	100

Der Verbrauch an Petroleum ist ein ganz erstaunlicher. In den Zollverein wurden eingeführt:

1866	918,954	Centner.
1867	1,785,000	„
1868	2,051,927	„
1869	2,368,442	„
1870	2,201,000	„
1871	2,732,000	„
1872	3,042,000	„
1873	3,164,000	„

VIII. Abschnitt.

Die Heizung.

Allgemeines über Heizstoffe.

Unter Brennmaterialien (Brennstoffe) versteht man diejenigen brennbaren Körper, welche für gewerbliche und ökonomische Zwecke zur Hervorbringung von Wärme oder von Kraft Anwendung finden. Es gehören zu den Brennstoffen Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, Bogheadkohle, Holzkohle, Torfkohle, verkohlte Braunkohle, Koks, Petroleum und brennbare Gase (Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe). Mit Ausnahme der als Brennmaterial Anwendung findenden Gase sind alle Brennstoffe, was ihren Ursprung betrifft, mit einander nahe verwandt, indem sie theils aus Cellulose oder Holzfaser bestehen, theils daraus entstanden sind. Die natürlichen oder rohen, d. h. unverkohlten Brennstoffe (Holz, Torf, Braun- und Steinkohle, so wie Anthracit) bestehen wesentlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die Steinkohle auch noch aus geringen Mengen von Stickstoff und gewissen mineralischen Bestandtheilen (Schwefel, Phosphor, Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, alkalischen Erden und Alkalien), welche mit Ausnahme des Schwefels und Phosphors beim Verbrennen der Brennstoffe als Asche zurückbleiben. Von allen den im Vorstehenden aufgeführten Körpern sind nur zwei, nämlich der Kohlenstoff und Wasserstoff brennbar; diese beiden Stoffe allein bedingen den Werth der Brennstoffe. Bei vollständiger Verbrennung liefern alle Brennmaterialien nur Wasser und Kohlensäure, unter Hinterlassung der unorganischen Bestandtheile. In der Asche von vegetabilischen Brennstoffen herrscht im Allgemeinen der kohlensaure Kalk, in der von mineralischen der Thon vor.

Unter Brennbarkeit der Brennmaterialien versteht man die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit der dieselben entzündet werden können und sodann zu verbrennen fortfahren. Sie ist abhängig von der Beschaffenheit und der Zusammensetzung des Brennstoffes. Ein poröses, weniger dichtes Brennmaterial ist leichter brennbar, als ein weniger poröses. Was den Zusammenhang der Brennbarkeit mit der Zusammensetzung betrifft, so hat sich herausgestellt, dass ein Brennstoff um so leichter brennbar ist, je mehr er Wasserstoff enthält. Mit dem Namen Flammbarkeit bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Brennstoffe, mit Flamme zu verbrennen. Da letztere nur durch brennende Gase gebildet wird, so ist es einleuchtend, dass die wasserstoffreichsten Brennstoffe auch die flammbarsten sein müssen. Brennmaterialien, welche wie die Holzkohlen und Koks durch Verkohlung entstanden sind, können daher keine andere Flamme beim Verbrennen bilden, als bei unvollständiger Verbrennung die Kohlenoxydflamme, welche hier nicht in Betracht kommt.

Die bei vollständiger Verbrennung eines Brennstoffes entwickelte Wärme lässt sich in zweierlei Hinsicht messen:

1) auf die Quantität der Wärme,
2) auf den Temperaturgrad (Intensität der Wärme).

Misst man die Wärme nur ihrer Quantität nach, so erhält man die Brennkraft (specifischer oder absoluter Wärmeeffect); bestimmt man den Grad der Wärme, so wird die Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffect) ermittelt. Brennkraft und Heizkraft zusammengenommen, bestimmen den Werth eines Brennmaterials. Wird die Brennkraft auf den Preis des Brennstoffes bezogen, so erhält man dessen Brennwerth, welcher selbstverständlich nur für den Consumtionsort maassgebend ist.

Da für die Wärme kein bestimmtes Maass vorhanden ist, so muss man sich damit begnügen, die relativen Wärmemengen zu ermitteln, mit anderen Worten, anzugeben, um wieviel die aus einem Brennstoff entwickelte Wärmemenge die aus einem anderen übertrifft. Führt man die erzielten Resultate auf ein bestimmtes Volumen der Brennstoffe zurück, so findet man den specifischen Wärmeeffect, bezieht man sie dagegen auf ein bestimmtes Gewicht, den absoluten Wärmeeffect. Beide Effecte werden bedingt durch 1) die chemische Zusammensetzung der Brennstoffe; 2) die specifische Wärme der Verbrennungsprodukte und ihrer Begleiter; 3) den Feuchtigkeitsgrad, Aschengehalt und äusseren Zustand der Brennstoffe.

Durch directe Messungen hat man gefunden, dass

1 Gewichtstheil	Kohlenstoff	8080	Gewichtstheile Wasser,
1 „	Wasserstoff	34,462	„ „

je von 0° auf 1° C. erwärmen können oder einen absoluten Wärmeeffect von 8080, 34462 etc. geben. Die auf diese Weise erhaltenen Verhältnisszahlen nennt man Wärmeeinheiten oder Calorien (abgekürzt mit W.-E.) Die Verbrennungswärmen der verschiedenen Körper sind folgende:

Wasserstoff	giebt	34,462	Wärmeeinheiten
Kohlenstoff (zu Kohlensäure verbrennend) .	„	8080	„
„ (zu Kohlenoxyd „) .	„	2474	„
Kohlenoxyd	„	2403	„
Sumpfgas	„	13,063	„
Aethylengas	„	11,857	„

Petroleum, rohes	giebt	11,773	Wärmeeinheiten
Alkohol	„	7183	„
Holz	„	3600	„
Holzkohle	„	7640	„
Torf	„	3000	„
Presstorf	„	4300	„
Steinkohle	„	6000	„
Fett	„	9000	„
Schwefel	„	2601	„
Schwefelkies (FeS_2)	„	2253	„
Zinkblende (ZnS)	„	1729	„

Die Verdampfungskraft eines Brennstoffs lässt sich theoretisch ermitteln. Nach Regnault sind 652 Wärmeeinheiten erforderlich, um 1 Kilogr. Wasser von 0° in Dampf von 150° zu verwandeln. Es können daher verdampfen:

$$1 \text{ Kilogr. Kohlenstoff } \left(\frac{8080}{652}\right) = 12{,}4 \text{ Kilogr. Wasser}$$

$$1 \text{ „ Wasserstoff } \left(\frac{34462}{652}\right) = 52{,}9 \text{ „ „}$$

In der Praxis giebt 1 Kilogr.

Rothbuchenholz		3,78	Kilogr. Dampf
Zwickauer Pechkohle	(6 Proc. Asche)	6,45	„ „
Böhmische Kohle von Nürschau	(19 „ „)	5,58	„ „
Saarbrücker Schmiedekohlen .	(21,5 „ „)	6,06	„ „
Ruhrer Russkohle	(5,5 „ „)	6,90	„ „
Cannelkohle	(4,0 „ „)	7,74	„ „

Die Ausführung der von Berthier vorgeschlagenen Methode der Brennwerthsermittelung ist folgende: Man verwandelt das Brennmaterial in das feinste Pulver und mengt 1 Grm. davon mit einer etwas grösseren Menge reiner Bleiglätte, als es reduciren kann, also mit mindestens 20 und höchstens mit 40 Grm. derselben. Das Gemenge wird in einen irdenen Tiegel gebracht und mit 20—40 Grm. Bleiglätte bedeckt. Der Tiegel wird mit einem Deckel bedeckt und durch Kohlenfeuer allmälig erhitzt. Die Masse wird weich, kocht und bläht sich zuweilen auf. Ist sie völlig geschmolzen, so giebt man etwa zehn Minuten ein kräftiges Feuer, damit das Blei sich zu einer Masse vereinige. Hierauf wird der Tiegel aus dem Feuer genommen, nach dem Erkalten zerbrochen und der Bleiregulus gewogen. Da 1 Th. Kohle die Temperatur von 8080 Th. Wasser um 1° zu erhöhen vermag, da ferner reine Kohle nach dem Verfahren von Berthier 34 Th. Blei giebt, so entspricht jeder durch ein Brennmaterial reducirte Gewichtstheil Blei $\left(\frac{8080}{34} =\right)$ 237,6 Wärmeeinheiten. 1 Grm. Presstorf gab 17,76 Grm. Blei, dies entspricht 4124,5 W.-E. (denn $237{,}6 \times 17{,}76 = 4124{,}5$) oder mit anderen Worten 1 Kilogr. Presstorf liefert 6,3 Kilogr. Wasserdampf von 150° (denn $\frac{4124{,}5}{652} = 6{,}3$).

Wenngleich durch neuere genaue Untersuchungen nachgewiesen worden

ist, dass die beim Verbrennen gleich zusammengesetzter (oder isomerer) organischer Stoffe entwickelte Wärme sich nicht genau verhalte wie die zum Verbrennen nöthige Sauerstoffmenge, dass die gleiche Quantität Sauerstoff unter verschiedenen Umständen verschiedene Wärmemengen erzeugen kann, so darf doch angenommen werden, dass bei ähnlichen Brennstoffen aus der Zusammensetzung ein Resultat sich ziehen lassen wird, welches, wenn auch nicht absolut genau, doch für die Praxis hinreichende Anhaltepunkte giebt. Wenn es sich daher um Prüfung des relativen Werthes von gleichnamigen Brennmaterialien handelt, wendet man zweckmässig die Elementaranalyse an, nachdem zuvor durch einen besonderen Versuch die Aschenquantität der Brennstoffe ermittelt wurde. 1 Grm. Presstorf gab bei der Elementaranalyse 0,4698 Grm. Kohlenstoff und 0,0143 Grm. Wasserstoff, mithin 4288,7 W.-E., denn

Kohlenstoff 0,4698.	8080 =	3795,9
Wasserstoff 0,0143.	34462 =	492,8
		4288,7 W.-E.

In dem Presstorf waren ferner vorhanden:

15,5 Proc. hygroskopisches Wasser } = 47,28 Proc. H_2O
31,78 „ chem. gebundenes „ }

zu deren Verdampfung 255,3 W.-E. erforderlich sind, daher 4288,7—255,3 = 4033,4 W.-E.

Die Verdampfungskraft des Presstorfes ist also

$$\frac{4033,4}{652} = 6,19 \text{ Kilogr.}$$

Die Verbrennungstemperatur ist nicht nur ein Produkt des Actes der Verbrennung, sondern wird auch wesentlich modificirt durch die bei der Verbrennung wirkenden Luftbestandtheile. In einem Brennmaterial sind zur vollständigen Verbrennung erforderlich:

für 1 Kilogr. Kohlenstoff bei 15° C. 9,7 Kubikmeter Luft
„ 1 „ Wasserstoff „ 15° „ 28,0 „ „

Hieraus leiten sich folgende Luftmengen ab, die zur vollständigen Verbrennung eines Brennmaterials gerade ausreichen:

1 Kilogr.	Holz (mit 20 Proc. hygrosk. H_2O)	= 5,2	Kubikmeter Luft
1 „	Holzkohle	= 9,0	„ „
1 „	Steinkohle	= 9,0	„ „
1 „	Koks	= 9,0	„ „
1 „	Braunkohle	= 7,3	„ „
1 „	Torf	= 7,3	„ „

In der Praxis sind die theoretisch erforderlichen Luftmengen mindestens doppelt zu nehmen, wenn die Verbrennung vollständig erfolgen soll. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft lehrt, dass Wärme in Werk (oder Arbeit) und Werk umgekehrt in Wärme übergeführt werden kann und es entspricht dabei 1 Wärmeeinheit 424 Kilogramm-Meter Arbeit. So oft durch Wärme Arbeit geleistet wird, verschwindet die erstere und zwar immer für 424 Arbeitseinheiten 1 Wärmeeinheit. Die Zahl 424 ist mithin das mechanische Aequivalent der Wärme (oder das Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit). Unter einem Fusspfund versteht man jene Kraft (oder

Arbeit), welche nöthig ist, um ein Pfund einen *Fuss* hoch zu heben. Wählt man die Arbeit als Einheit, welche man benutzt, um 1 Kilogramm 1 Meter hoch zu heben, so nennt man die Einheit Kilogramm-Meter (oder Meterkilogramm). 1 Kilogramm-Meter = 6,37 Fusspfund (rhein.).

Die erste genaue Kenntniss des mechanischen Aequivalentes der Wärme verdankt man dem englischen Physiker Joule, der (1846—1849) eine Reihe von Versuchen anstellte, bei denen er Wärme durch Reibung erzeugte und die hervorgerufene Wärmemenge mit der zu ihrer Erzeugung verwandten Arbeit verglich. Als Endergebniss aus diesen Versuchen stellte sich heraus, dass 1 Wärmeeinheit äquivalent ist mit 423,5 Kilogramm-Meter mechanischer Arbeit. Später versuchte Hirn in Colmar das mechanische Wärmeäquivalent durch Beobachtung der Nutzeffecte von Dampfmaschinen zu bestimmen. Er fand die wenig zuverlässige Zahl 427.

Es lässt sich indessen die Zahl von ungefähr 424 Kilogr.-Meter auch aus physikalischen Zahlenwerthen ableiten. Zur Erwärmung von 1 Kubikmeter Wasser (= 1000 Kilogr.) aus 1° C. braucht man 1000 W.-E., zur gleichen Erwärmung von Luft nur 0,309 W.-E. (1 Kubikmeter Luft wiegt $\frac{1000}{770} = 1,29$ Kilogr.; die spec. Wärme der Luft = 0,237, mithin $1,29 . 0,237 = 0,309$). Diese Wärmemenge dient theils zur Erneuerung, theils zur Ausdehnung der Luft; zur blossen Erwärmung von 1,29 Kilogr. Luft sind 0,220 W.-E. erforderlich und die übrigen (0,309—0,220 =) 0,089 W.-E. werden auf die Ausdehnung verwendet, welche 0,00366 der ursprünglichen Volumen beträgt. Um nun die Arbeit zu bestimmen, welche durch diese Ausdehnung geleistet wird, werde angenommen, die Luft sei in einen Cylinder mit 1 Quadratmeter Grundfläche eingeschlossen; die ursprüngliche Höhe der Luftsäule wird daher 1 Meter sein und die Ausdehnung wird 0,00366 Meter betragen. Ist nun das Luftquantum durch einen beweglichen Kolben mit 1 Quadratmeter Querschnitt abgeschlossen, so übt auf diesen die atmosphärische Luft einen Druck von 10,330 Kilogr. aus. Wird nun der Kolben in Folge der Ausdehnung der Luft 0,00366 Meter gehoben, so ist diess dasselbe; als wenn ein Gewicht von 10,330 Kilogr. auf die Höhe von 0,00366 Meter gehoben würde. Die hierbei geleistete mechanische Arbeit beträgt aber $10,330 . 0,00366 = 37,86$ Kilogr.-Meter. Mithin sind 0,089 W.-E. äquivalent 37,86 Kilogr.-Meter und 1 Wärmeeinheit ist folglich äquivalent $\frac{37,86}{0,089} = 423,5$ Kilogr.-Meter.

Den Ausgangspunkt der mathematischen Entwickelung der mechanischen Wärmetheorie bildet der zuerst von R. Clausius ausgesprochene Satz, dass „in allen Fällen, wo durch Wärme Arbeit entsteht, eine der erzeugten Arbeit proportionale Wärmemenge verschwindet oder verbraucht wird und dass umgekehrt durch Verrichtung einer eben so grossen Arbeit dieselbe Wärmemenge wieder erzeugt werden kann.“

Die Brennstoffe im Besonderen.

Das Holz.

Das Holz besteht aus mehreren in ihrer Structur von einander unterscheidbaren Theilen, welche auf dem Querschnitt sich in folgender Weise darstellen: Die Axe (das Mark) besteht aus einem lockeren, ziemlich regelmässig gestalteten Gewebe von Parenchymzellen, welche an vielen Stellen als Markstrahlen sich strahlenförmig bis zur Rinde erstrecken. Rings um das Mark liegt das eigentliche Holz, ein Aggregat seitlich verwachsener Gefässbündel, welche aus den Holz- und den Gefässzellen bestehen. In den Holz- und Gefässzellen hat sich während des Lebens der Pflanze die meiste Cellulose abgeschieden; sie erscheinen daher mit den dicksten Wänden und bilden das eigentliche Holz. Je dicker die Wände der Holzzellen einer Holzart sind und je mehr Zellen in einem bestimmten Raume sich angehäuft haben, desto dichter und schwerer ist ein solches Holz; man nennt es hartes im Gegensatz zu solchem Holz, welches dünnwandigere Holzzellen in geringerer Anzahl in einem gleich grossen Raume enthält; letzteres heisst weiches Holz.

Zu den harten Hölzern rechnet man: Eiche, Weiss- und Rothbuche, Ulme, Birke, Esche; zu den halbharten: Ahorn, Erle, Lärche, Föhre; zu den weichen: Fichte, Weisstanne, Linde, Aspe, Pappel, Weide. Das Holz besteht im Wesentlichen aus der eigentlichen Holzfaser, kleinen Menge von Saft- und Aschebestandtheilen (1,2—2,2 Proc. Asche) und einer veränderlichen Menge hygroskopischen Wassers (12—20 Proc.).

Die Verdampfungskraft der Holzarten ist nach den Versuchen von Brix:

	Wassergehalt.	*Ungetrocknet.*	*Getrocknet.*
Föhrenholz .	16,1 Proc.	4,13	5,11
Ellernholz .	14,7 „	3,84	4,67
Birke . .	12,3 „	3,72	4,39
Eiche . .	18,7 „	3,54	4,60
Rothbuche .	22,2 „	3,39	4,63
Weissbuche .	12,5 „	3,62	4,28

D. h. 1 Kilogr. Föhrenholz mit 16,1 Proc. Wasser verdampft 4,13 Kilogr. Wasser.

Die Holzkohlen. Es ist ein allgemeines Kennzeichen der organischen Verbindungen, dass dieselben unter dem Einfluss der Wärme sich zersetzen und dabei Kohlenstoff als Kohle ausscheiden. Wird die Erhitzung des Holzes in einem abgesperrten sauerstoffleeren Raum ausgeführt und ist zu gleicher Zeit die Vorkehrung getroffen, dass die gas- und dampfförmigen Produkte entweichen können,

wird überhaupt das Holz der trocknen Destillation unterworfen, so bleibt ein Theil des Kohlenstoffs als *Holzkohle* zurück. Werden die flüchtigen Produkte aufgefangen, so findet man gasförmige, aus Kohlensäure, Kohlenoxyd und Grubengas bestehende, und condensirbare Körper, welche letztere nach der Verdichtung ein gelblich oder braun gefärbtes Oel bilden, unter welchem eine wässerige Flüssigkeit sich befindet. Die wässerige Flüssigkeit besteht aus unreiner Essigsäure (*Holzessig*) und einer alkoholischen Flüssigkeit, dem *Holzgeiste*, die ölige Flüssigkeit, der *Holztheer*, besteht aus einer Anzahl flüssiger und fester Körper, unter denen Paraffin, Kreosot, Oxyphensäure und mehrere flüssige Kohlenwasserstoffe hervorzuheben sind.

Folgendes Schema zeigt die hauptsächlichsten, bei der trocknen Destillation des Holzes sich bildenden Produkte:

Holz	a) Holzmasse b) Hygroskop. Wasser.	α) Leuchtgas	Acetylen Elayl Benzol Naphtalin (?)	Kohlenoxyd Kohlensäure Carbol (Sumpfgas) Wasserstoffgas
		β) Theer	Benzol Naphtalin (?) Paraffin Reten Phenylsäure	Oxyphensäure Kresylsäure Phlorylsäure Brandharze Kresosot
		γ) Holzessig	Essigsäure Propionsäure	Aceton Holzgeist
		δ) Holzkohle		

Der gewöhnliche Zweck der *Verkohlung* des Holzes besteht darin, die in demselben enthaltenen Brennstoffe zu concentriren, sie durch bedeutende Verminderung des Gewichts und des Volumens transportabler zu machen und dadurch ihren Markt zu erweitern, die Holzpreise zu steigern, einige für gewisse technische Anwendungen nachtheilige Eigenschaften des Holzes zu entfernen oder endlich auch Kohle zu anderer Benutzung als der gewöhnlichen zu erlangen, z. B. zur Pulverfabrikation. In allen diesen Fällen wird die *Kohle* als Hauptprodukt der Verkohlung angesehen. Bei der *Theerschwelerei* ist es vorzüglich auf die Gewinnung von Theer abgesehen und die dabei sich ergebende Kohle erscheint mehr als ein Nebenerzeugniss. Bei der *Holzgasfabrikation* werden endlich durch die Verkohlung nicht blos Holz und Theer, sondern auch die dabei sich entwickelnden brennbaren und leuchtenden Gase gewonnen und in einer Weise zur Entwickelung von Licht und Wärme benutzt, dass jedenfalls jene nicht als Hauptsache erscheinen. Die Verkohlung des Holzes im Walde kann entweder in regelmässigen auf verschiedene Weise aufgebauten Haufen, den *Meilern* und den *Haufen*, in beiden Fällen unter beweglicher Decke, oder unter unbeweglicher Decke in *Gruben* und *Meileröfen* vor sich gehen. Unter

einem Meiler versteht man einen aus grösseren Holzstücken zusammengeschichteten Haufen, welcher mit einer Decke von Erde oder Kohlenlösche (Kohlenstaub mit Erde gemengt) versehen ist. Die Holzscheite werden entweder fast senkrecht gegen die Axe des Meilers geneigt, oder man legt sie horizontal, in radialer Richtung von der Axe auslaufend. Im ersten Falle heisst ein Meiler ein stehender, im anderen Falle ein liegender Meiler. Die Axe des Meilers wird Quandel genannt. Die Verkohlung des Holzes in Haufen oder in liegenden Werken unterscheidet sich dadurch von der Meilerverkohlung, dass bei derselben das Holz allmälig theilweise verkohlt wird, während man die verkohlten Stücke sogleich zieht. Das Holz kommt dabei in runden Stämmen oder Kloben, sehr selten als Scheitholz zur Verkohlung. Die Meilerstätte bildet ein rechtwinkliges längliches Viereck, dessen vordere und hintere Seite kürzer sind, als die beiden anderen. Von vorn nach hinten steigt die Stätte etwas und die beiden langen Seiten werden durch eine Reihe senkrecht stehender, starker hölzerner Pfähle dergestalt begrenzt, dass beide Reihen parallel laufen. Die Meileröfen sind als feststehende und gemauerte Meiler zu betrachten, in welchen wie in den gewöhnlichen Meilern durch die Verbrennung eines Antheiles Holz im Innern durch geringen Luftzutritt die Verkohlungshitze erzeugt wird. Sie haben vor den Meilern mit beweglicher Decke das voraus, dass die condensirbaren Produkte der trocknen Destillation — Holzessig und Theer — besser und vollständiger condensirt werden können, dagegen soll die dabei gewonnene Kohle, was Menge und Güte betrifft, der Meilerkohle nachstehen. Man unterscheidet Meileröfen, die hinsichtlich ihrer Form den eigentlichen Meilern und den Haufen entsprechen oder sich bereits den Verkohlungsöfen nähern. Die Verkohlung des Holzes im verschlossenen Raum ohne Zutritt der atmosphärischen Luft geschieht 1) in Retorten, 2) in Röhren oder in Cylindern, zuweilen mit erhitzter Luft oder mit Gichtgasen der Hohöfen oder mit Wasserdämpfen oder mit Anwendung von Gebläseluft. Was die Verkohlung des Holzes in Retortenöfen betrifft, so geht dieselbe dadurch vor sich, dass man das in eisernen oder thönernen Retorten eingeschlossene Holz von aussen erhitzt und für den Abzug und die vollständigste Verwerthung der flüchtigen Produkte Sorge trägt. In einzelnen Fällen ist die Theergewinnung, in anderen die Gaserzeugung Hauptzweck. In den Röhrenöfen geschieht die Erhitzung und Verkohlung der eingeschlossenen Holzmasse nicht von aussen, sondern von innen durch glühend gemachte eiserne Röhren, welche durch den Ofen hin- und hergezogen sind, ausserhalb mit einer Feuerung in Verbindung stehen und in eine Esse ausmünden. Anstatt die heisse Luft und die Flamme durch eiserne Röhren zu leiten, kann man auch die eisernen Röhren beseitigen und das Holz ohne Weiteres durch die erhitzte Luft verkohlen, wenn man dafür sorgt, dass die Flamme und die Luft so vollständig als möglich ihres Sauerstoffs beraubt sind. Hierdurch erspart man nicht nur die Röhren und beträchtlich an Brennmaterial, sondern bewirkt auch eine schnellere und gleichmässigere Verkohlung. Nach diesem Princip ist z. B. der schwedische Verkohlungsofen eingerichtet.

Je nach der Art des Holzes, welches zur Darstellung der Holzkohle diente, unterscheidet man harte Kohle (Kohle von harten Hölzern) und weiche Kohle (Kohle von weichen Hölzern), welche letztere entweder Laubholz- oder Nadelholzkohle ist, je nach dem Grad der Verkohlung, die vollständig verkohlte Schwarzkohle und die durch unvoll-

ständige Verkohlung erhaltene Röst- oder Rothkohle (*charbon roux*). Ein zwischen Schwarz- und Rothkohle liegendes Produkt, das Rothholz, wie es der Verein für chemische Produkte in Mainz producirt, ist ein billigeres Brennmaterial als das Buchenholz, weil man bei seiner Verwendung mit gleichem Geldaufwande weit grösseren Heizeffect erzielen kann.

Wenn man von dem geringen Gehalt der Schwarzkohle an Wasserstoff und Sauerstoff absieht, so lässt sich die durchschnittliche Zusammensetzung einer luftrockenen Schwarzkohle auf folgende Weise ausdrücken: Kohlenstoff 85 Proc., hygroskopisches Wasser 12 Proc., Asche 3 Proc.

Die Verdampfungskraft von Föhrenholzkohle beträgt mit 10,5 Proc. Wasser und 2,7 Proc. Asche 6,75 Kilogr., wasserfrei und 3,02 Proc. Asche 7,59 Kilogr.

Da die vollständige Verkohlung des Holzes einen fast 40 Proc. betragenden Verlust von Brennstoff nach sich zieht, so hat man sich seit einer Reihe von Jahren bemüht, die Verkohlung des Holzes nur bis zu dem Grade fortzusetzen, bei welchem die Kohle noch eine schwärzlich braune Farbe zeigt. Die Erfahrung hat gelehrt, dass, wenn das lufttrockene Holz etwa 60—70 Proc. von seinem Gewicht verloren hat, man diejenige Kohle erhält, welche man Roth- oder Röstkohle (*charbon roux*) nennt. Sie liegt in der Mitte zwischen Holzkohle und gedarrtem Holz, ist weit sauerstoffreicher, leicht zerreiblich, locker, aber weniger porös. Ihre Brennbarkeit und Flammbarkeit sind bei weitem grösser als die der Schwarzkohle. Als Brennmaterial in den Schachtöfen zu metallurgischen Zwecken ist die Rothkohle ein wichtiges Brennmaterial. Die Zusammensetzung der frisch und normal bereiteten Rothkohle ist ungefähr folgende:

Kohlenstoff	74	Proc.
chemisch gebundenes Wasser	24,5	„
Asche	1,5	„

die von gelagerter Rothkohle:

Kohlenstoff	66,5	Proc.
chemisch gebundenes Wasser	22	„
hygroskopisches Wasser . .	10	„
Asche	1,5	„

Der Verein für chemische Industrie in Mainz producirt seit einigen Jahren ein Zwischenprodukt zwischen Holz- und Rothkohle, welchem der Name Roth- oder Röstholz (*bois roux*) gegeben wurde. Es wird aus Buchenholz dargestellt und ist das Nebenprodukt bei Gewinnung von Essigsäure und Kreosot; wenn man von der braunen, zum Rothbraun neigenden Farbe absieht, hat es noch ganz das Ansehen des Holzes, ist aber weit entzündlicher als gewöhnliches Buchenholz. Es enthält im Mittel

Kohlenstoff . .	52,66	Proc.
Wasserstoff . .	5,78	„
Asche	0,43	„
Wasser . . .	4,49	„
Sauerstoff . .	36,64	„

Nach Versuchen von R. Fresenius verhält sich die Verdampfungskraft des lufttrocknen Buchenholzes zu der des Rothholzes wie 54,32 : 100.

Der Torf.

Der Torf ist das Produkt der freiwilligen Zersetzung von Vegetabilien, namentlich Sumpfpflanzen, in vielen Fällen gemischt mit Mineralstoffen, wie Sand, Lehm, Thon, Kalk, Eisenkies, Eisenocker u. s. w. Torflager werden sich vorzüglich an solchen Orten bilden, welche zwar noch eine genügende Temperatur zur Entwickelung der Vegetation, aber vor Allem stehendes Wasser besitzen, welches den Torf den grössten Theil des Jahres von der Luft abschliesst; es stauen sich die Wasser an und bilden Sümpfe, in denen die Sumpf- oder Torfpflanzen, vorzüglich folgende Arten wachsen: *Eriophorum*, *Erica*, *Calluna*, *Ledum palustre*, *Hypnum*, vor Allem aber *Sphagnum*, welche Pflanze zur Torfbildung sich vorzugsweise eignet, weil sie nie ganz abstirbt, sondern oben beständig fortwächst und sich verzweigt, während die älteren Theile vertorfen.

Die abweichende Beschaffenheit des Torfes ist theils von der Verschiedenheit der Pflanzen abhängig, aus denen er sich bildet, theils von der vollkommeneren oder unvollkommeneren Zersetzung der Vegetabilien, theils auch von der Natur und der Quantität der mit der Torfsubstanz sich vermengenden erdigen Theile. Es ist einleuchtend, dass der verschiedene Druck, welchem der sich bildende Torf unterliegt, auf die Dichtigkeit seiner Masse von Einfluss ist. Nach der Verschiedenheit der Vegetabilien, aus welchen der Torf sich erzeugte, lassen sich unterscheiden: 1) Moortorf, zu welchem Sphagnumarten hauptsächlich das Material darboten; 2) Haidetorf, der besonders aus den Wurzeln und Stämmen der eigentlichen Haidepflanzen sich erzeugte; 3) Wiesentorf, aus Gras und Schilf gebildet; 4) Wald- oder Holztorf, der hauptsächlich aus dem Holze von Waldbäumen entstand; 5) Meertorf, der aus Tangen sich bildete. Hinsichtlich seiner Gewinnung theilt man den Torf ein 1) in Stechtorf, welcher unmittelbar aus den Torfmooren in ziegelähnlichen Stücken ausgestochen wird; die Ziegel der obersten jüngeren und faserigen Schicht heissen Rasentorf, die der darunter liegenden schweren Moortorf; 2) Baggertorf und 3) Streich- und Presstorf werden aus breiförmiger Moormasse, deren weiche Beschaffenheit das Stechen nicht zulässt, gebildet oder gleich Mauerziegeln geformt. Ist die Masse zu dünnflüssig, wie es in Holland, Westphalen, auch im nördlichen Frankreich der Fall ist, so wird ein Theil des Wassers durch die sogenannten Baggernetze abgeseiht. Diese Operation nennt man das Baggern und den so erhaltenen Torf Baggertorf. Um dem Torf eine grössere Dichte zu ertheilen, wird er zuweilen durch besonders construirte Torfpressen gepresst und führt dann den Namen Presstorf.

Dem im südlichen Bayern üblichen Verfahren der Fabrikation von Presstorf liegt die Idee zu Grunde, die frische, in kleine Schollen zertheilte Torfmasse erst zu trocknen und dann unter der Presse zu formen. Die Darstellung des Presstorfes in Kolbermoor (so wie auch auf dem Staatswerke von Haspelmoor) beginnt mit der Gewinnung und dem Lufttrocknen des rohen Torfes. Nach der Trockenlegung der zu bearbeitenden Moorparcelle

wird die Oberfläche von der Vegetation (in Südbayern namentlich die Legföhre) befreit und die entblösste Torfmasse zu einer ebenen Fläche ausgeglichen. Aus dem Torffeld wird nun mit Hilfe von durch Locomobilen in Bewegung gesetzten Pflügen, durch Eggen und zeitweiliges Wenden (wie beim Heumachen) der rohe Torf gewonnen. Das lufttrocken gemachte Torfklein wird mit einem Schneepfluge zusammengeschaufelt, durch einen Sammler auf Wagen gebracht und vom Moore in die Magazine geführt. Behufs der Verdichtung kommt der lufttrockne Torf in eine Zerkleinerungsmaschine, in welcher er feingerissen wird, und dann in den Trockenofen, und zuletzt mit einer Temperatur von 50 bis 60° C. in die Presse (eine einfach wirkende Excentrikpresse), in welcher die dunkelbraunen und glänzenden Torfziegel dargestellt werden.

Die Brennbarkeit des Torfes ist wegen des in der Regel grossen Aschen- und Wassergehaltes geringer als die des Holzes; die Verdampfungskraft ist

	Wasser.	*Verdampfungskraft.*
lufttrockner Fasertorf	10 Proc.	5,5 Kilogr.
Maschinentorf . . .	12—15 Proc.	5—5,5 „
Presstorf	10—15 „	5,8—6,0 „

Der Torf hat seit etwa zwanzig Jahren eine neue Anwendung dadurch gefunden, dass man seine Produkte der trocknen Destillation auf Leuchtmaterialien (Paraffin, Torfkreosot, Solaröl) verarbeitet. Die hier und da dargestellte Torfkohle hat nur örtliches Interesse.

Die Braunkohle.

Eben so wie der Torf ist die Braunkohle ein durch nasse Vermoderung verändertes Holz, wobei jedoch der wesentliche Unterschied stattfindet, dass der Zersetzungsprocess bei der Braunkohle viel weiter vorgeschritten ist, als beim Torfe. Berücksichtigt man allein die Eigenschaften, so lässt sich nicht wol eine Grenze zwischen Braunkohle und Steinkohle ziehen; nur die geologischen und paläontologischen Verhältnisse des Vorkommens vermögen Anhaltepunkte für die Bestimmung einer fossilen Kohlenart zu liefern. Es lässt sich in dieser Hinsicht allgemein sagen, dass jede fossile Kohle, welche jünger ist als Kreide und in Formationen über derselben vorkommt, Braunkohle zu nennen ist; jede Kohle, die in Formationen sich findet, welche älter sind als Kreide, ist als Steinkohle zu bezeichnen.

Da der Stickstoffgehalt der Steinkohlen weit grösser ist als der der Braunkohlen, so lässt sich darauf eine Reaction gründen, durch welche man Steinkohle in sehr vielen (jedoch nicht in allen) Fällen leicht von Braunkohle unterscheiden kann. Letztere, in ihrer Zusammensetzung der Cellulose weit ähnlicher als die Steinkohle, liefert beim Erhitzen in einem Probirglase Dämpfe, die durch vorherrschenden Holzessig sauer reagiren, während bei gleicher Behandlung von Steinkohle, durch vorwaltendes Ammoniak und

durch Ammoniakbasen (Anilin, Lepidin etc.), ammoniakalisch reagirende Dämpfe gewonnen werden. Nach einer andern Probe erhitzt man die zu untersuchende Kohle im fein gepulverten Zustande mit Kalilauge; Steinkohle lässt die Flüssigkeit farblos, Braunkohle färbt sie meist durch Bildung von humussaurem Kali braun, doch sind hiervon ausgenommen die Braunkohlen der nördlichen alpinen Tertiärformation, sobald sie den Charakter der Fettkohle annehmen. Ein anderer charakteristischer Unterschied zwischen Steinkohle und Braunkohle ist (nach E. Richters und nach Hinrichs) der, dass erstere beim Trocknen bei 115° allmälig bis zu einem gewissen Minimum an Gewicht verliert, dann aber wächst das Gewicht wieder in Folge einer Oxydation. Braunkohle zeigt diese Gewichtszunahme nicht. Nach den interessanten Versuchen von L. Schinnerer und T. Morawski (1872) bildet sich bei der Einwirkung schmelzender Aetzalkalien auf Braunkohlen neben anderen Produkten stets Oxyphensäure (Brenzcatechin, Dioxybenzol).

Nach dem verschiedenen Zersetzungsgrade unterscheidet man mehrere Varietäten der Braunkohle: 1) die fasrige Braunkohle (fossiles oder bituminöses Holz, Lignit) von dem Ansehen des Holzes, in dem nicht selten Stamm-, Ast- und Wurzelstücke deutlich erkennbar sind; 2) die gemeine Braunkohle bildet derbe spröde Massen von muscheligem Bruche. Bei glänzendem Bruche nennt man sie Gagat; 3) die erdige Braunkohle oder Erdkohle ist, wie schon ihr Name andeutet, eine mit vielen erdigen Substanzen gemengte dunkelbraune Braunkohle. Zur Destillation von Theer (für Solaröl und Paraffin) geeignete Braunkohle findet sich in Deutschland besonders in Preussen (bei Weissenfels und Zeitz, Oschersleben, Saarau in Schlesien); sie führt den Namen „Schmierkohle". Sehr häufig findet sich in den Braunkohlen Schwefelkies (Vitriolkies). Ist in derselben die Menge der kiesigen und erdigen Bestandtheile überwiegend, so entsteht daraus die Alaunerde, mit welchem Namen auch ein mit Bitumen und Schwefelkies gemengter Thon bezeichnet wird. Der Aschengehalt der Braunkohlen ist ein sehr verschiedener. Im Durchschnitt lässt sich der Aschengehalt der Braunkohlen zu 5—10 Proc. annehmen. Die Asche besteht wesentlich aus Thonerde, Kieselerde, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyd. Das hygroskopische Wasser kann bei frisch geförderten Kohlen bis zu 50 Proc. steigen, beträgt aber im lufttrocknen Zustande durchschnittlich 20 Proc. Die Brennbarkeit der Braunkohle ist geringer, als die des Holzes, ihre Flammbarkeit steht zwischen der des Holzes und der Steinkohle.

Die Anwendbarkeit der Braunkohle als Brennmaterial ist beschränkter als die der Steinkohle, da sie für solche Zwecke, für welche die backenden Steinkohlen besonders brauchbar sind, nicht benutzt werden kann. Die Braunkohlen sind namentlich zu Rostfeuerungen, z. B. in chemischen Fabriken und Salinen, so wie als Heizmaterial für Stubenöfen brauchbar. Die erdige Varietät lässt sich indessen oft nur dann zur directen Feuerung benutzen, wenn sie zuvor eingesumpft und in Formen, gleich den Ziegeln, gestrichen und getrocknet worden. Die Praxis hat gezeigt, dass frisch geförderte Braunkohlen den gelagerten vorzuziehen sind, indem letztere, selbst bei Abwesenheit von Schwefelkies, bei längerem Lagern unter dem Einflusse der Luft und der Feuchtigkeit eine langsame Verbrennung erleiden, wodurch sie an Brennkraft einbüssen. Eine wirthschaftlich höchst bedeutungsvolle Anwendung haben die Braunkohlen darin gefunden, dass man

sie der trocknen Destillation unterwirft und auf Paraffin und Solaröl verarbeitet.

Die Steinkohle.

Die Steinkohle (Schwarzkohle) ist nächst dem Eisenerz und dem Steinsalze ohne Widerrede das wichtigste anorganische Naturprodukt, das der Bergmann aus der Tiefe zu Tage fördert. Die Eisenproduktion, die grosse Mengen Brennstoff consumirenden Gewerbe, würden nie die gegenwärtige Ausdehnung erreicht haben, wenn nicht die Steinkohle den nöthigen Brennstoff geliefert hätte. Die Steinkohlen dienen zur Heizung und zur Produktion von Kraft. Wohlfeile Steinkohlen sind daher auch gleichbedeutend mit wohlfeiler Arbeitskraft und bilden somit eine der wichtigsten Grundlagen der modernen Industrie.

Die Steinkohlen sind mumisirte und verkohlte Ueberreste einer längst untergegangenen Flora, deren hundertfältig über einander gepresste Stämme gegenwärtig regelmässige, oft viele Quadratmeilen ausgedehnte Gebirgsschichten bilden. Ueber den Process, welcher bei der Steinkohlenbildung stattfand, existiren mehrere Ansichten. Die einfachste Ansicht ist wohl die, dass ein sehr langsamer, durch die Erdwärme unterstützter und durch den Druck der aufliegenden Gebirgsschichten modificirter Zersetzungsprocess, welcher auf eine immer reinere Darstellung des Kohlenstoffs hinarbeitete, die Hauptrolle gespielt hat. Daher ist der Anthracit fast reiner Kohlenstoff, während die verschiedenen Varietäten der Steinkohle noch um so mehr bituminöse und flüchtige Substanzen enthalten, je weniger weit ihre Zersetzung fortgeschritten ist. Der Wasserstoff und Sauerstoff entweicht mit Kohlenstoff verbunden als Kohlenwasserstoffgas (Grubengas, Methylwasserstoff), als Steinöl und als Kohlensäure. Unter den accessorischen Bestandtheilen der Steinkohlen ist erwähnenswerth der Schwefelkies, welcher entweder als eigentlicher tesseraler Schwefelkies oder als rhombischer Strahl- oder Vitriolkies eine zwar gewöhnliche, aber unliebe Beimengung desselben bildet. Im grossen Durchschnitte beträgt der Schwefelgehalt der Steinkohle 1 Proc.

In technischer Hinsicht theilt man die Steinkohlen nach ihrem Verhalten im Feuer ein in: 1) Backkohlen, deren Pulver, in einem Tiegel erhitzt, schmilzt und zu einer gleichförmigen Masse zusammenbäckt; 2) Sinterkohlen, deren Pulver nur zu einer festen Masse sich vereinigt, ohne eigentlich zu schmelzen; 3) Sandkohlen; wenn das Pulver keinen Zusammenhang bekommt. In England unterscheidet man nach der Benutzung drei Sorten Kohle, nämlich 1) die Gaskohle, 2) die Hauskohle, 3) die Dampfkohle.

Der Anthracit (oder Kohlenblende) ist, wie schon erwähnt, als dasjenige Produkt des Zersetzungsprocesses, durch welchen überhaupt Steinkohlen gebildet werden, zu betrachten, in welchem jener Process sein eigentliches Ziel und Ende erreicht hat. Der Anthracit findet sich im Uebergangsgebirge vorzugsweise zwischen den Schichten des Thonschiefers

und der Grauwacke, sowie zwischen Glimmerschiefer und auf solchen Gängen, welche jene Formation durchsetzen. Der Anthracit ist ein völlig unkrystallinischer Körper, wodurch er sich vom Graphit unterscheidet. Er ist tiefschwarz, spröde, von muschligem oder doch unebenem Bruche, brennt mit wenig leuchtender, aber rauchloser Flamme, erweicht im Feuer nie, decrepitirt aber häufig darin. Man hat die Brauchbarkeit des Anthracits als Brennmaterial lange Zeit verkannt. Er lässt sich indessen bei zweckmässiger Behandlung, besonders bei kräftigem Gebläse, vortheilhaft auf mannichfache Weise benutzen. In Swansea und Pennsylvanien wendet man den Anthracit als Reductionsmittel der Eisenerze in Hohöfen (Anthracithohöfen) an. Man benutzt ausserdem den Anthracit beim Kalkbrennen, Ziegelbrennen, in Salinen, selbst für häusliche Zwecke als Brennmaterial.

Die Backkohlen sind ausser ihrem Verhalten in der Hitze, wobei die zerriebene Kohle zusammenbäckt und ein dichtes, geflossenes Koksstück bildet, durch dunkelschwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit charakterisirt. Sie eignen sich besonders zur Leuchtgasfabrikation (Gaskohle). Wegen ihres grossen Wasserstoffgehaltes lassen sie sich leichter entzünden als die übrigen beiden Steinkohlensorten und geben aus diesem Grunde die längste Flamme. Sehr stark backende Kohlen eignen sich für sich allein für Flammenfeuer nicht, weil sie in Folge ihres starken Aufblähens den Rost verstopfen und dadurch den Luftzug hindern, und weil sie wol eine schnelle, aber keine anhaltende Hitze geben. Dagegen ist Backkohle besonders gut anwendbar zum Schmieden des Eisens (Schmiedekohle); weil sie während des Brennens zu einer Masse zusammensintert, durch welche die Gebläseluft zusammengehalten, der Wärmeeffect gesteigert und an Brennmaterial gespart wird. Die Sandkohle ist die geringste Kohlensorte, sie ist sehr sauerstoffreich, schwindet stark beim Verkoken und hinterlässt aus kleinen Stücken bestehende, sandige Koks. Sie wird vorzugsweise in Fällen angewendet, wo es sich weniger um die Art des Feuers, als um möglichste Billigkeit handelt, wie beim Ziegel- und Kalkbrennen. Die Sinterkohle hat eine mehr ins Eisengrau gehende Farbe; Oberfläche und Bruch sind oft sehr glänzend. Sie ist weit schwieriger entzündlich als die Backkohle und enthält sehr häufig viel Schwefelkies; sie eignet sich ganz vorzüglich zur Entwicklung von schneller und zugleich anhaltender Hitze und passt deshalb für den Flammen- und Schachtofenbetrieb, für Tiegelschmelzungen, unter Kesselfeuerungen u. s. w. Bei der Verkokung verändern sie ihr Volumen nur wenig, sinken im Koksofen schwach zusammen, und geben bei wenig Gasausbeute auch lockere gesinterte Koks. Sie enthalten in der verbrennlichen Substanz auf 100 Th. Kohlenstoff weniger als 4 Th. disponiblen und weniger als 2 Th. gebundenen Wasserstoff. An die Sinterkohlen schliessen sich gewisse Anthracite an, obgleich die eigentlichen Anthracite als natürliche Koks ausser aller Beziehung zu dem Verkokungs- und Vergasungsprocesse stehen.

In dem Wasserstoffgehalt der organischen Masse der Steinkohlen und dessen Verhältniss hat man nach H. Fleck einen Gradmesser zur Beurtheilung ihrer physikalischen Eigenschaften nach ihrer chemischen Zusammensetzung. Es enthalten

	Theile Wasserstoff auf 1000 Th. Kohlenstoff gebunden:	disponibel:
1) Anthracit und Sinterkohle . .	5—20	20—40
2) Backkohle	5—20	40—55
3) Gas- und Sandkohle	20—30	20—40
4) Gas- und Backkohle	20—30	40—55

Indessen ganz abgesehen davon, dass eine Klassifikation, welche principiell Anthracit und Sinterkohle nicht zu trennen vermag, eine untergeordnete Bedeutung hat, stimmt auch die Erfahrung nicht vollständig mit dieser Eintheilung.

Nach einer 1873 veröffentlichten Arbeit von C. Hilt können die so verschiedenen Eigenschaften der Kohlen fast ausschliesslich auf den wechselnden Gehalt an Sauerstoff zurückgeführt werden, und hierin liegt insofern etwas Richtiges, als in der That durch das Alter der Kohle der Sauerstoffgehalt derselben bedingt ist und mit dem Alter in der Regel auch die übrigen Eigenschaften im Zusammenhange stehen. Im Allgemeinen dürfte in dieser Beziehung wohl Folgendes als feststehend angenommen werden können:

1) bei	17 Proc.	und mehr Sauerstoff	gasreiche	Sandkohle,
2) „	14—17	„	„	Sinterkohle,
3) „	10—14	„	„	Backkohle,
4) „	7—10	„	Backkohle,	
5) „	3—7	„	„	Sinterkohle, Anthracit.

Bei 1., 2. und 3. ist also die Klassifikation nach dem Sauerstoffgehalt allein ziemlich sicher; sie wird schon unsicher bei 4. und hört gänzlich auf bei 5., wo doch die Sache die grösste Wichtigkeit hat, denn es ist für den Techniker gewiss von Bedeutung, Backkohle, Sinterkohle und Anthracit unterscheiden zu können.

Einen guten Ueberblick über die Abstufungen gewährt es nach C. Hilt auch, wenn man die Bitumengehalte in Procenten, auf 100 Th. aschenfreie Koks berechnet, vergleicht. Man erhält dann:

	Bitumen		
1) Magere anthracitische Kohle . .	5	bis	10 Proc.
2) Gasarme (alte) Sinterkohle . . .	10	„	15,5 „
3) Backkohle	15,5	„	33,3 „
4) Backende Gaskohle	33,3	„	40 „
5) Gasreiche (junge) Sinterkohle . .	40	„	44,4 „
6) „ Sandkohle	44,4	„	48 „

Hiernach sind in der Klasse 3 (Backkohle) Kohlen enthalten, welche um 18 Proc. im Gasgehalt verschieden sein können, während sonst die Kohlen derselben Klasse sich nur um 4—6 Proc. unterscheiden.

Betrachtet man die Eigenschaften der zu den einzelnen Klassen gehörenden Kohlen, so ist Folgendes zu bemerken: Es bedarf die anthracitische Kohle

1) lebhaften Zuges, giebt wenig, nicht leuchtende Flamme, keinen Russ und dient als Hausbrand, Ziegelkohle, für Schachtöfen aller Art und unter besonderen Verhältnissen zur Dampfkesselheizung.

2) Die alte Sinterkohle eignet sich zu denselben Zwecken wie 1, ist daneben vorzugsweise Dampfkesselkohle und kann bei guten Einrichtungen,

namentlich vermischt mit gasreicheren Sorten, verkokt werden (hierzu gehört die berühmte *smokeless steam col* von Cardiff).

3) Die Backkohle zeigt zwischen 15,5 und 20 Proc. Gasgehalt die eigentliche Schmiede- und Kokskohle. Zwischen 20 und 33 Proc. folgen dann die vielen Nüancirungen der gasreicheren Backkohle, der eigentlichen, zu fast allen Zwecken verwendbaren Industriekohle. Dieselbe liefert noch sehr gute Koks, ist zu allen Flammofenfeuerungen verwendbar und hat nur den Nachtheil beginnender Russbildung und raschen Erlöschens, namentlich im Stubenofen.

Die Gaskohle (Nr. 4) ist nicht weniger anwendbar und liefert zudem das meiste und beste Leuchtgas. Hier aber fängt der Grus schon an, an Werth zu verlieren, weil das Koksausbringen gering ist und die Koks selbst porös sind.

Nr. 5 und 6 liefern die eigentlichen Kohlen zu Flammofenfeuerungen, um so mehr, da sie meist stückreich brechen. Der Grus wird zum Theil schon schwer zu verwerthen. Seine Hauptanwendung ist zur Dampfkesselfeuerung, wobei er aber sehr stark raucht.

Nimmt man den Gehalt an hygroskopischem Wasser in der Steinkohle zu 5 Proc. und den durchschnittlichen Gehalt an Asche gleichfalls zu 5 Proc. an, so ergeben sich für die mittlere Zusammensetzung folgende Zahlen:

Kohlenstoff	69—78
Wasserstoff	3— 4
Chemisch gebundenes und hygroskopisches Wasser	13—23
Asche	3

Die Steinkohlenasche ist ein Gemenge von Mineralstoffen, welches nach den mechanischen und chemischen Einflüssen, deren die kohlenbildenden Vegetabilien ausgesetzt waren, der Qualität und Quantität nach nicht nur in den fossilen Kohlen verschiedenen Alters, sondern auch in demselben Kohlenflötze wechseln kann; sie hat die qualitative Zusammensetzung der Braunkohlenasche und besteht wesentlich aus Thonerdesilicat oder aus Gyps und Schwefeleisen, ausserdem auch noch aus Kalk und Magnesia an Kohlensäure gebunden, Eisen- und Manganoxyd, sowie aus geringen Mengen von Chlor und Spuren von Jod. An Thonerde reiche und an Kieselerde arme Aschen sind unschmelzbar; solche, in welchen ein hoher Kieselerdegehalt bei mangelndem Eisenoxyd vorherrscht, fritten, ohne zu schmelzen; ein Gehalt an Eisenoxyd- und Kalisilicaten macht die Aschen leicht schmelzbar, bedingt vermehrte Schlackenbildung und führt durch Einhüllung von Kohletheilchen Verluste an Brennstoff und dadurch Verminderung der Brennkraft herbei. Die wirkliche Aschenmenge (wohl zu unterscheiden von dem Verbrennungsrückstand in Rostfeuerungen) variirt zwischen 0,5 und 20 bis gegen 30 Proc. Durch die nasse Aufbereitung der Steinkohlen vor der Verkokung wird ein Theil der Mineralbeimengungen entfernt.

Die Verdampfungskraft der Steinkohlen bildet für eine technische Untersuchung einen wichtigen Gesichtspunkt. Sie erscheint als der Ausdruck von drei Factoren, nämlich 1) dem Gehalt an hygroskopischem Wasser, 2) dem Gehalt an unverbrennlichen Theilen, 3) der Zusammensetzung der organischen Substanz. Da, wie Hartig's Versuche ergeben haben, die Verdampfungskraft der verbrennlichen Substanz bei den meisten Steinkohlen gleich (= 8,04—8,30 Kilogr. Dampf) ist, so kann man den

Verdampfungswerth einer Kohle einfach durch eine Wasser- und Aschenbestimmung erfahren. Nach W. Stein kann die praktische Nutzleistung der Steinkohlen zu $^2/_3$ der aus der chemischen Zusammensetzung berechneten angenommen werden. Die nutzbare Verdampfungskraft der in Süddeutschland gebräuchlichen Steinkohlensorten ist folgende:

			Asche	Nutzbare Verdampfungskraft
Ruhrer Kohle	I.	Qualität	5,0	7,2
Zwickauer Pechkohle	I.	„	6,06	6,45
„ „	II.	„	15,41	5,61
Böhmische Kohle	I.	„	6,6	5,8
„ „	II.	„	6,9	4,9
„ „	III.	„	10,3	4,2
Saarkohle			21,50	6,06
Stockheimer Kohle	I.	„	6,3	4,73
„ „	II.	„	8,4	3,86

Unter dem Namen Bogheadkohle oder Torbane-Hill-Kohle versteht man eine in Bathgate bei Edinburgh und auf den Hebriden in grosser Menge sich findende fossile Kohle, welche eben so wie die auf der Pankrazzeche unweit Pilsen in Böhmen vorkommende Blattelkohle eine der Sigillarienzone angehörende, der Cannelkohle verwandte Steinkohle ist, in welcher grosse Mengen von bituminöser Substanz angehäuft sind. Sie liefert nur geringe Koks und giebt bei der trocknen Destillation Paraffin, Solaröl und Photogen, während die eigentliche Steinkohle Naphtalin, Anthracen und Benzol liefert. Die Bogheadkohle findet sowol als Brennmaterial, sowie zur Gasbereitung (1 Ctr. giebt mehr als 800 Kubikfuss Gas) und Fabrikation von Paraffin und Solaröl Anwendung. Der Bogheadkohle ähnlich ist die ebenfalls in Schottland vorkommende Wemyskohle.

Die Steinkohlen-Produktion in Deutschland hat seit 1860 bedeutende Fortschritte gemacht. Es wurden gefördert

1860	247	Millionen Centner	1867	474	Millionen Centner
1861	282	„ „	1868	514	„ „
1862	312	„ „	1869	535	„ „
1863	338	„ „	1870	?	?
1864	388	„ „	1871	572	„ „
1865	435	„ „	1872	580	„ „
1866	432	„ „	1873	617	„ „

Der Werth der geförderten Kohlen bezifferte sich am Urprungsorte im Jahre 1873 mit 200 Millionen Reichsmark. Was die Art der Verwendung der Steinkohle betrifft, so rechnet man in England (1873), dass 100 Tons in folgender Weise verbraucht werden:

30 für Eisen u. Stahlproduktion,
17 „ Haushaltungszwecke,
12 „ Dampfmotoren,
10 „ den Export,
7 „ das Bergwerk,
6 „ die Gasbereitung,

4 für die Glas- u. Thonindustrie,
3 „ die Dampfschifffahrt,
2 „ die Eisenbahnen,
9 „ alle übrigen Verwendungen.

Petroleum als Heizmaterial.

Das Petroleum (worunter hier nicht allein das natürliche Erdöl zu verstehen ist, sondern auch durch Destillation von fossilen Kohlen und bituminösem Schiefer erhaltene flüssige Kohlenwasserstoffe) ist unter gewissen Bedingungen als Heizmaterial sehr beachtenswerth. Das spec. Gewicht dieses Oeles schwankt zwischen 0,786 und 0,923 bei 0°. Der Ausdehnungscoëfficient für 1° C. liegt zwischen 0,00072 und 0,000868; die Kenntniss desselben ist für die Praxis von Wichtigkeit. Die in der nordamerikanischen Dampfmarine mit Petroleum angestellten Versuche sind günstig ausgefallen; ein Dampfer mit Petroleum geheizt, kann die See unter Dampf dreimal so lang, mit weniger Arbeit und grösserer Oekonomie halten, als mit einem gleichen Gewicht Steinkohlen. Da das Petroleum bei seiner Verbrennung keinen Rauch, sondern nur einen wässrigen Dunst bildet, so fallen auch die Rauchkamine weg. Da das Petroleum bis zu 14 Proc. Wasserstoff enthält, so erhält man durch Condensation der Verbrennungsgase ein grosses Quantum reinen Wassers (der Theorie nach liefert 1 Ctr. Petroleum 126 Pfund oder 63 Liter Wasser), welches bei Seedampfern sehr gut als Speisewasser verwendet werden kann. Die bei dieser Condensation frei werdende Wärme kann zum Vorwärmen des Speisewassers benutzt werden. Nach den Versuchen von H. Deville ist ein Heizer überflüssig, da die Zufuhr des Petroleums zur Feuerung mit grosser Leichtigkeit zu reguliren ist.

Nach Fr. Storer verdampft 1 Kilogr. rohes Petroleum 10,36 Kilogr. Wasser, während 1 Kilogr. Anthracit nur 5,1 Kilogr. Wasser verdampft. (Die theoretische Verdampfungskraft des reinsten Petroleums ist 18,06 Kilogr., denn geht man von der procentischen Zusammensetzung des Petroleums aus, so ist

$$\text{C } 0{,}86 \cdot 8080 = 6948$$
$$\text{H } 0{,}14 \cdot 34462 = \underline{4824}$$
$$11772 \text{ W.-E. und } \frac{11772}{652} = 18{,}06 \text{ Kilogr.})$$

Nach den ausgedehnten Versuchen H. Deville's (1866—1870) ist die Heizkraft verschiedener Petroleumarten in Wärmeeinheiten ausgedrückt beispielsweise folgende:

Schweres Oel aus Westvirginien . .	10180	W.-E.
Leichtes Oel aus Westvirginien . .	10223	„
Leichtes Oel aus Pennsylvanien . .	9963	„
Schweres Oel aus Ohio	10399	„
Oel von Java (Rembang)	10831	„
Oel von Java (Cheribon)	9593	„
Oel von Java (Sarabaya)	10183	„
Petroleum von Schwabweiler (Elsass)	10458	„
Petroleum von Ostgalizien	10005	„
Petroleum von Westgalizien . . .	10235	„
Rohes Schieferöl von Autun . . .	9950	„

In neuerer Zeit haben R. Foote, Wyse, Field und Aydon, ferner H. Deville, Dorsett und Blyth, Parker und Sunderland, Posjetzki etc. Feuerungen für Petroleum für Dampfkessel, für Schmelz- und Röstöfen u. s. w. construirt, die jedenfalls die Beachtung der Pyrotechniker verdienen. In der Union geht man sogar damit um, bei der Eisengewinnung anstatt Kohle (Holzkohle) Petroleum zu verwenden*). Seit einiger Zeit wird das Petroleum vielfach anstatt Alkohol als Heizmaterial bei Kaffeemaschinen und ähnlichen Kochapparaten der Haushaltung mit Vortheil benutzt.

Koks**).

Unter Koks versteht man die durch Verkokung der Steinkohle dargestellte Kohle, welche, je nachdem Back-, Sinterkohle oder Sandkohle zu ihrer Darstellung gedient hatte, als Backkoks, Sinter- und Sandkoks unterschieden werden. Mit dem Namen Gaskoks bezeichnet man die bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen in den Retorten zurückbleibenden Koks.

Das Verkoken, sehr häufig, obgleich fälschlich, Abschwefeln genannt, hat zum Zweck: 1) den Kohlenstoffgehalt zu vergrössern, um mit dem Koks eine höhere Temperatur als mit den Steinkohlen hervorbringen zu können; 2) die während des Brennens, namentlich zum häuslichen Gebrauch, unangenehm riechenden Bestandtheile zu entfernen; 3) den Steinkohlen die Eigenschaft zu benehmen, in der Hitze teigig zu werden, wodurch, besonders bei der Anwendung in Schachtöfen, die Gebläseluft durchzudringen verhindert wird; 4) einen Theil des Schwefels des in den Steinkohlen häufig enthaltenen Schwefelkieses zu entfernen. Vor dem Verkoken der Steinkohlen ist häufig eine nasse Aufbereitung der Kohlen erforderlich. Die Kohlenflötze sind nämlich vielfach von Klüften durchzogen, welche im Laufe der Zeit mit Mineralstoffen (namentlich Thonschiefer und Eisenkies)

*) In der Petroleumregion Titusville ist bereits ein Petroleum-Hochofen errichtet worden (Mai 1874).

**) Englisch Cockes (von coquere), nicht coaks (von coagere), daher auch im Deutschen Koks (mit dem allerdings nicht gebräuchlichen Singular Kok).

sich ausgefüllt haben. Auch sind die Thonschichten, zwischen denen die Flötze eingebettet liegen, nicht scharf von der Kohle abgegrenzt, vielmehr findet eine Durchdringung beider in der Lettenkohle statt, welche äusserlich kaum von der Kohle sich unterscheidet, jedoch nur 30—50 Proc. verbrennliche Substanz enthält und deshalb kaum noch zu den Brennstoffen zu rechnen ist. Da das den Kohlen anhängende Gestein (Berg) nach dem Verbrennen die Aschenmenge vergrössert und die Asche verschlackbar macht, wodurch leicht Kohlenstücke eingehüllt und bei Rostfeuerungen die Roststäbe leicht verstopft werden können, da überdies beim Ausschmelzen von Erzen die Aschenbestandtheile nachtheilig einwirken können, so hat man in neuerer Zeit vielfach Apparate eingerichtet, um durch nasse Aufbereitung die specifisch leichteren Kohlen durch Schlämmen von dem Eisenkies, dem Thonschiefer etc. zu befreien, ehe man sie dem Verkoken unterwirft. Da das spec. Gewicht des anhängenden Gesteines ungefähr dreimal so gross ist als das der eigentlichen Kohle, so wird sich, wenn man grob zerkleinerte Kohle, wie sie bei Förderung aus den Gruben neben der groben Kohle in grosser Menge als Gruss, Grubenklein oder Förderkohle gewonnen wird, in einen tiefen Wasserbehälter schüttet, das schwerere und unreine zuerst am Boden absetzen und ausgeschieden werden können. Da aber in der Praxis seichtere Behälter leichter zu handhaben sind, so giebt man diesen den Vorzug und lässt darin die Kohle durch wiederholte Stösse zum Schweben und Absitzen gelangen. Die verschiedenen Schlämm- und Waschapparate haben dieselbe Einrichtung, wie sie zur nassen Aufbereitung von Erzen Anwendung finden. Es hat sich gezeigt, dass bei diesem Verfahren aus Kohlen mit 10—12 Proc. Aschebestandtheilen 4—5, ja selbst 7—8 Proc. ausgeschieden wurden, wobei aber freilich nicht ausser Acht zu lassen ist, dass bei der Aufbereitung 7—8 Proc. Kohle zu Staub zertrümmert werden und abgehen.

Das Verkoken der Steinkohlen geschieht wie die Holzverkohlung in Meilern, in Haufen, in Oefen oder in Retorten. Im letzteren Falle, der uns hier nicht beschäftigt, beabsichtigt man, die sich entwickelnden flüchtigen Produkte (Leuchtgas, Ammoniakwasser, Theer) aufzufangen. Aber auch beim Verkoken in Oefen sucht man (wie z. B. in dem Knab'schen Ofen) eine Nebengewinnung von (für die Fabrikation der Theerfarben so wichtig gewordenem) Theer und von Ammoniaksalzen. Die Meilerverkokung ist der Meilerverkohlung sehr ähnlich. Man mauert auf der Kohlenmeilerstätte eine etwa 1—1,5 Meter hohe Esse auf, welche dem später errichteten Meiler als Quandelschacht dient. Diese Esse hat einen Durchmesser von 0,3 Met. und ist mit mehreren Reihen Zuglöchern versehen, durch welche der Kanal mit der Kohlenmasse in Verbindung bleibt. Die grösseren Steinkohlenstücke (Wände) legt man rings um die Esse, die kleineren nach der Peripherie zu, wodurch der Meiler sich abrundet. Die Zwischenräume der grösseren Stücke werden mit Steinkohlen (*Cinder*) ausgefüllt. An der Sohle des Meilers bildet man von der Peripherie nach der Esse führende Züge oder Luftkanäle. Auf die Sohle des Essenschachtes wirft man trockne Holzspäne und zündet sie von oben an. Der Meiler bleibt so lange im Treiben, so lange noch Rauch entweicht; danach wird die Essenmündung durch den eisernen Deckel verschlossen und die Mündungen der Zugkanäle werden mit Lösche bedeckt. Häufig beschleunigt man die Abkühlung durch Anwendung von kaltem Wasser; es soll dadurch ausserdem eine vollständigere Entschwefelung der Koks bewirkt werden. Die Haufenverkokung ist der Haufenver-

kohlung ganz ähnlich. In neuerer Zeit nimmt man das Verkoken der Steinkohlen immer mehr und mehr in eigentlichen Oefen (Koksöfen) vor, weil hier die Leitung des Feuers leichter und ein zu starkes Verbrennen der Kohle eher zu vermeiden ist; die Koksausbeute ist deshalb meist grösser. Man hat den Koksöfen sehr verschiedene Constructionen gegeben, theils entweichen die Gase und Dämpfe aus ihnen ganz unbenutzt, theils sind die Oefen der Art eingerichtet, dass die brennbaren Gase zum Erhitzen, der zu verkokenden Steinkohlen dienen (zuweilen verwendet man die Verkokungsgase zur Dampfproduktion für den Betrieb der Hohofengebläse oder der Fördermaschinen). Die Koksöfen kann man, wenn man nur die wichtigsten derselben berücksichtigt, in folgender Weise eintheilen:

A. Oefen, bei welchen die aus denselben austretenden Gase nicht zur Heizung der Oefen selbst dienen. Es sind dies backofenförmige Oefen für Chargen von 15—100 Ctr., von unvollkommener Wirkung;

B. Oefen, bei denen die Gase zur Heizung der Sohle u. Seitenwände des Ofens verwendet werden. Diese zerfallen in

α) Oefen mit *einer* Thür. Die Koks werden aus dem Ofen gezogen und haben die Verkokungskammer
1) parallel *neben* einander liegend; System Tarlot, Talabot;
2) parallel *über* einander liegend; System Gendebien,
3) *radial* über einanderliegend; System Laumonier, Eaton.

β) Oefen mit *zwei* Thüren. Sie sind versehen mit
1) *horizontal* neben einander liegenden Verkokungsräumen. Die Koks werden herausgekrückt. System Coppée, Haldy, François-Rexroth, Smet, Fabry;
2) *geneigt* neben einander liegenden Verkokungskammern; die Koks fallen nach dem Oeffnen der unteren Thür von selbst herab. System Dubouchet;
3) *vertikal* neben einander liegenden Verkokungsräumen; die Koks fallen nach dem Oeffnen der unteren Thür von selbst herab. System Appolt.

C. Oefen, bei welchen die Gase, bevor sie zu Heizungszwecken Verwendung finden, erst Condensatoren durchziehen. System Knab, Pernolet.

Die verbreitetsten Oefen sind der Appolt'sche Koksofen, welcher im Wesentlichen als eine Art stehender Gasretorte zu betrachten ist, welche nur Oeffnungen zum Abzug der entwickelten Gase besitzt, und in neuerer Zeit der Coppée'sche Ofen*), welcher zu den vorzüglichsten Ofenconstructionen gerechnet wird. Bei einer dritten Art Oefen will man aus den Gasen und Dämpfen vor ihrer Verbrennung den Kohlentheer (der seit dem Entstehen der auf die Theerverarbeitung sich stützenden neuen Industriezweige — Darstellung der Anilin-, Phenol-, Naphtalin-, Anthracenfarben u. s. w. — eine

*) Von den Coppée'schen Koksöfen befanden sich (Anfangs 1874) in Betrieb

in	Preussen	1443
„	Belgien	716
„	Frankreich	186
„	England	60

solche Wichtigkeit erlangt hat, dass an einzelnen Orten die Theerproduktion so lucrativ sein kann wie die Erzielung von Koks) und Ammoniakalze gewinnen; als Beispiel der letzteren Art von Oefen sei der Knab'sche und der Pernolet'sche Ofen genannt.

Die aus den Koksöfen oder Retorten gezogenen Koks werden entweder mit Wasser abgelöscht oder durch Bedeckung mit Asche gedämpft. Ersteres Verfahren ist bis jetzt fast überall eingeführt, es beansprucht den geringeren Raum, erfordert weniger Arbeit und giebt dem Koks ein besonderes silberglänzendes Ansehen. Die Nachtheile der Ablöschung mit Wasser bestehen darin, dass man dem Koks einen Stoff zuführt, dessen demnächstige Beseitigung (Verdampfung) beim Verbrennungsprocesse eine grössere Menge Wärme in Anspruch nimmt, und ferner darin, dass gewissenlose Producenten durch das über Erfordern zugeführte Löschwasser das Gewicht des Koks zum Nachtheil der Käufer vermehren. Die Wasseraufnahmefähigkeit der drei Hauptschichten der Koksbeschickungen ist eine sehr verschiedene. Die schäumigere, poröse Kopfschicht nimmt bis zu 120 Proc. ihres Gewichtes an Wasser auf. Die Hauptmasse der Beschickung, die Mittelschicht, bindet nur bis zu $1^1/_2$ Proc. und endlich die Fussschicht bis zu 13 Proc. ihres Gewichtes an Löschwasser. Im Durchschnitt kann man annehmen, dass Koks, denen eben nur das zum Ablöschen erforderliche Wasser zugeführt wird, dadurch um 6 Proc. seines Gewichtes zunimmt. Gedämpfter Koks, kalt in Wasser geworfen, bindet nicht $^1/_3$ so viel Wasser, wie der in glühendem Zustande mit Wasser abgelöschte. Die Koks bilden eine gleichartige, dichte und feste Masse, die schwer zu zerbrechen und zu zerdrücken ist und keine allzu grossen Blasenräume enthalten darf. Koks, aus backenden Stückkohlen in Meilern dargestellt, zeigen blumenkohlähnlich gewundene Contouren. Die Farbe ist schwarzgrau bis eisengrau, der Glanz ein matter Metallglanz. Schwefel soll sich in gutem Koks nur in sehr geringer Menge finden. Der Schwefel findet sich in der Steinkohle bekanntlich als Schwefel- oder Eisenkies; während des Verkokens destillirt aber nur ein Theil des Schwefels ab und es bleibt eine niedrigere Schwefelungsstufe des Eisens zurück, welche noch fähig ist, an erhitztes Eisen und Kupfer Schwefel abzugeben und demnach Metallgegenstände (Rohrstäbe, Dampfkessel) zu zerstören, oder auf das Schmelzprodukt (Roheisen) schädlich einzuwirken. Die mittlere Zusammensetzung guter gewöhnlicher Koks ist folgende: Kohlenstoff 85—92 Proc., Asche 3—5 Proc., hygroskopisches Wasser 5—10 Proc. Wegen ihrer Dichte und des Mangels an brennbaren Gasen ist die Brennbarkeit der Koks so gering, dass sie zu ihrer Entzündung starke Glühhitze und zum Fortbrennen einen gepressten Luftstrom verlangen. Nach einer grossen Anzahl auf preussischen Hütten angestellter Versuche sind bei einem mit erhitzter Luft stattfindenden Hohofenbetriebe:

100 Gewichtstheile Koks = 80 Gewichtstheilen Holzkohlen
100 Volumen „ = 250 „ „

An die Koks schliessen sich an die Briquetten (Kohlenziegel, Brennsteine).

Stark backende Kohlen können auch ohne Zusatz von Pech aus Kohlentheer durch starkes Pressen (unter hydraulischen Pressen oder durch Formräder) zu einer cohärenten Masse vereinigt werden, wenn man sie in verschlossenen Gefässen bis auf 260—400° C. d. h. bis zu dem Punkte erhitzt,

bei welchem sie zu erweichen beginnen, und sie nochmals einem starken Druck aussetzt. Der bituminöse Theil der Kohle wird hierbei hinreichend flüssig, um für das Uebrige das Bindemittel zu geben. Auf diese Weise werden die Briquetten dargestellt und zwar in einer für Kesselfeuerungen oder den häuslichen Gebrauch passenden Grösse, wodurch den Consumenten die Mühe des Zerkleinerns erspart wird. Es hat sich herausgestellt, dass die Briquettenfabrikation vortheilhaft mit der Theerdestillation behufs der Herstellung von Benzol, Carbolsäure, Anthracen, Naphtalin etc. etc. combinirt werden kann.

Die Benutzung gewisser brennbarer Gase und Gasgemenge als Brennmaterial bei hüttenmännischen Processen ist schon seit einer Reihe von Jahren vorgeschlagen worden, jedoch erst in neuester Zeit in der Metallurgie, wie in der chemischen Technik überhaupt zur Ausführung gelangt. Die gegenwärtig als Brennmaterial angewendeten Gase sind entweder Gichtgase oder Generatorgase. Mit dem ersteren Namen bezeichnet man nicht nur die der Gicht eines Eisenhohofens entströmenden Gase, sondern überhaupt eine jede Flamme, welche aus einem hüttenmännischen Ofen (z. B. Koksofen) unbenutzt entweicht. Die Zusammensetzung der Gichtgase richtet sich selbstverständlich nach der Art des angewendeten Brennstoffes, nach der Temperatur und dem Druck der Verbrennungsluft und nach der Höhe über der Form, in welcher die Gase aufgefangen wurden. Sie sind stets Gemenge von Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff, bei Anwendung von Steinkohlen oder Koks enthält das Gasgemenge auch Ammoniak. Die Generatorgase sind brennbare Gase, welche in einem besonderen Ofen, dem Generator, aus festen Brennstoffen (mit oder ohne Mitwirkung eines Gebläses) erzeugt worden sind. Sie finden bei den verschiedensten technischen Processen Anwendung, indem dadurch Gelegenheit gegeben ist, Brennmaterialien geringster Qualität nutzbar zu machen. Die Siemens'schen Regeneratoren mit Gasfeuerung, welche Seite 23 und 178 bereits beschrieben wurden, gehören gleichfalls hierher. Sie haben in der Glasbereitung, bei Schweissöfen, Puddelöfen etc. schon ausgedehnte Anwendung gefunden.

Die Heizung und Feuerung.

Unter Heizung verstehen wir das Erwärmen eines hohlen Raumes nebst den darin befindlichen Gegenständen durch die bei der Verbrennung der Brennmaterialien erzeugte Wärme. Der hohle Raum sei nun ein Gebäude, ein Zimmer, ein Kessel, ein Trockenraum, eine Malzdarre, ein Glashaus u. s. w. Es ist die Aufgabe der Technik (in diesem Falle Pyrotechnik), durch die Verbrennung eines Brennmaterials behufs der Heizung nicht nur eine möglichst grosse Wärmemenge, sondern auch einen möglichst hohen Wärmegrad zu entwickeln und diese Wärme auch so vollständig als mög- zu verwerthen.

Um durch die Verbrennung eines Brennstoffes den absoluten und specifischen Wärmeeffect so weit als thunlich zu erreichen, muss die Verbren-

nung eine vollständige sein, es darf nicht nur kein brennbarer Theil der Verbrennung entgehen, es müssen auch Vorkehrungen getroffen werden, dass jeder verbrennliche Theil durch die Verbrennung die höchste Oxydationsstufe erreiche. Wie wichtig für die Praxis das letztere ist, geht daraus hervor, dass

1 Th. Kohlenstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlenoxyd 2480 Wärmeeinheiten
1 „ „ „ „ „ „ „ 8080 „

liefert. Damit die Verbrennung eine vollständige sei, muss dem brennenden Körper die erforderliche Menge Sauerstoff in Gestalt von atmosphärischer Luft zugeführt und die ihres Sauerstoffes theilweise beraubte und mit den Verbrennungsprodukten beladene Luft beständig fortgeführt werden. Ein solcher Luftzug kann entweder durch natürliche Luftcirculation oder durch künstliche Mittel, nämlich durch Saugen oder durch Pressen hergestellt werden. Im ersteren Falle werden die gasförmigen Verbrennungsprodukte durch Exhaustoren hinweggesaugt, wodurch neue Luft nachzuströmen veranlasst wird, im zweiten Falle wird durch ein Gebläse Luft eingepresst und dadurch das Verbrennungsprodukt entfernt. Fast alle Heizungen im engeren Sinne finden bei natürlichem Luftzuge statt.

a) *Die Heizung von Wohnungen.* Die Heizung von Wohnungen und öffentlichen Gebäuden, mit welcher entsprechende Ventilation verbunden sein muss, kann auf verschiedene Weise vor sich gehen; je nach dem Umstande, ob strahlende oder geleitete Wärme die Heizung bewirkt, und nach der verschiedenen Construction der Heizungsapparate, unterscheidet man 1) Kaminheizung, 2) Ofenheizung, 3) Luftheizung, 4) Kanalheizung, 5) Heisswasserheizung, 6) Dampfheizung, 7) Gasheizung. Die Kaminheizung gründet sich auf Erwärmung der Luft durch unmittelbare Ausstrahlung der Wärme des Feuers. Sie ist unstreitig die unvollkommenste Heizungsart, da bei ihr ein ausserordentlich grosser Luftwechsel stattfindet, indem in das Kamin nicht allein die zur Unterhaltung des Feuers erforderliche Luft einströmt, sondern auch über die Flamme viel erwärmte Luft in den Schornstein geht, wodurch eine hermetische Abschliessung des Zimmers zur Vermeidung der Abkühlung nicht möglich wird, denn sobald die grosse Quantität der in den Schornstein einströmenden Luft nicht durch neue, durch Fenster und Thüren eindringende Luft ersetzt wird, entsteht ein niederwärts gehender Zug in dem Schornsteine und das Kamin fängt an zu rauchen. Die Kaminheizung eignet sich deshalb in ihrer urprünglichen Gestalt nur für Länder, welche mildes Klima oder Brennmaterial im Ueberfluss haben. Um neben der strahlenden Wärme auch einen Theil der geleiteten zu benutzen, ohne jedoch dem Kamine das Eigenthümliche zu benehmen, hat man den unmittelbaren Abzug der erwärmten Luft aus der Feuernische in den Schornstein verhindert und eine Circulation der erwärmten Luft, ähnlich wie bei den Zimmeröfen, hergestellt. Diese durch Combination von Ofen mit Kamin entstandenen Feuerungen heissen Ofenkamine.

Die Ofenheizung ist die bei weitem gebräuchlichste. Man verlangt von einem rationell construirten Ofen (Zimmer- oder Stubenofen), dass er brennstoffschonend sei, daher die möglichst vollkommene Verbrennung des Brennmaterials zulasse; dass so viel als möglich die aus dem Brennmaterial entwickelte Hitze an die Ofenwände und den Ofenkörper abgegeben werde und so wenig als möglich in den Schornstein entweiche; dass der Zimmerraum auf einer gleichmässigen Temperatur erhalten werde, und dass gehörige

Ventilation dieses Raumes vorhanden sei. Da der Zimmerofen frei in dem zu heizenden Raume steht, so wird sowohl die strahlende, als auch die geleitete Wärme realisirt und es geht in der That von dem Brennstoffe blos die Wärme verloren, welche mit den Verbrennungsgasen abzieht. Der Wärmeverlust wird durch verlängerte Rauchkanäle verringert, wobei jedoch zu bedenken ist, dass der Rauch mit einer Temperatur mindestens von 75° in den Schornstein entweichen muss, damit der erforderliche Zug stattfinde. Es ist zweckmässig, den Ofen vom Zimmer aus zu heizen; gegen die Heizung von aussen gewährt sie den Vortheil einer fortwährenden Lufterneuerung und Brennstoffersparniss, weil beim Heizen von innen diejenige erwärmte Luft, welche beim Heizen von aussen durch die Ausdehnung durch Thüren- und Fensterfugen entweicht, nun zur Heizung des Ofens benutzt wird; wird durch den Zug des von innen geheizten Ofens das Einströmen von kalter äusserer Luft durch die Fugen befördert, so wird auch dadurch das Entweichen von innen erwärmter verhindert. Die Materialien, aus welchen unsere Zimmeröfen construirt werden, sind bekanntlich Gusseisen, Eisenblech und gebrannter Thon (Kacheln und Ziegel). Das Eisen nimmt als Wärmeleiter die Hitze leicht auf; da die Dicke der Ofenwände in der Regel gering ist, so geht die Hitze des verbrennenden Brennmaterials leicht und rasch in die Umgebung über. Der gebrannte Thon eignet sich demnach als Ofenmaterial besonders dann, wenn es sich um eine gleichmässige Heizung handelt; so rasch und so reichlich diesem Material auch die Wärme dargeboten werden mag, stets wird es die Wärme bei weitem langsamer und nur nach und nach abgeben. Gemischte Oefen, bei welchen der Heizkasten aus Eisen und der Aufsatz aus Kacheln besteht, vereinigen in gewisser Hinsicht die Vortheile der eisernen und der Kachelöfen, indem durch den eisernen Feuerraum die Heizung des Zimmers beschleunigt wird, der obere aber zum Aufspeichern der Wärme dient.

Die Luftheizung ist eine Art von Ofenheizung und unterscheidet sich von der gewöhnlichen Heizung mit Hülfe von Oefen dadurch, dass der Ofen in den meisten Fällen nicht in dem zu erwärmenden Raume selbst, sondern in einem besonderen, in der Heizkammer sich befindet, in welcher sich die Luft erwärmt und sodann durch Kanäle in die zu heizenden Räume gelangt. Der Zweck der Luftheizung (Centralheizung) ist, mittels eines Ofens einen grossen Raum möglichst gleichmässig zu erwärmen, oder eine Anzahl Zimmer zu gleicher Zeit zu heizen, endlich auch in gewissen Fällen, wo in einem Raume der Ofen aus Gründen hinderlich wäre, den Ofen zu beseitigen. Es giebt drei verschiedene Methoden der Luftheizung, die sich wesentlich durch die Art und Weise des Luftwechsels in dem zu heizenden Raume unterscheiden: a) Die äussere kalte Luft tritt in den Heizraum und strömt als erwärmte Luft durch einen Kanal in den zu heizenden Raum; ein der eintretenden Luft gleiches Volumen Zimmerluft strömt durch die Fenster- und Thürfugen aus. b) Die erwärmte Zimmerluft geht durch einen Kanal in die Heizkammer zurück, erwärmt sich hier und tritt wieder in das Zimmer. Wenn die Methode a den Vorzug hat, das Zimmer stets mit neuer Luft zu versorgen und dadurch das Zimmer ununterbrochen zu ventiliren, so wird durch die Methode b diejenige Wärmemenge erspart, welche bei der ersten Methode durch das Ausströmen der erwärmten Luft entzogen wird. c) Eben so wie nach Methode a erwärmt sich äussere kalte Luft in dem Heizraume und gelangt in das Zimmer; die Zimmerluft geht jedoch durch einen Kanal

zu dem Feuer und dient zu seiner Unterhaltung. Diese Methode verbindet die Vortheile von a und b, indem neben fortwährender Ventilation auch Ersparniss an Brennmaterial stattfindet. Vergleicht man letztere Methode mit der Heizung eines Zimmers durch einen Stubenofen, der von innen geheizt wird, so ist bei der zweiten Methode der Vorgang der Luftcirculation auf die Heizung eines Zimmers durch einen von aussen geheizten Ofen zurückzuführen. Das System der Luftheizung mittelst sogenannter Calorifères, das in Grossbritannien, Nordamerika, Schweden und Russland ziemlich allgemein eingeführt ist, bricht sich seit einer Reihe von Jahren auch in Deutschland Bahn; namentlich für öffentliche Gebäude mit weiten Räumen (z. B. die beiden grössten Kirchen der Stadt Leipzig), obgleich es auch für Privatwohnungen durchaus zweckmässig erscheint. Unter den verschiedenen bisher aufgetretenen Verfahren der Luftheizung sind diejenigen von J. H. Reinhardt in Würzburg, Johann Haag in Augsburg, Boyer & Co. in Ludwigshafen a. Rh., Bacon & Perkins in Hamburg die bekanntesten. Neuerdings haben Reinhard & Sammet in Mannheim sich durch das ihrige einen Namen erworben. Ihre Calorifères befinden sich im Souterrain und haben so grosse Heizflächen nebst so geregelter Circulation, dass das Feuer ausgenutzt und der Eintritt von Rauch in die Kanäle unmöglich gemacht wird. Die zu erwärmende Luft wird von der Aussenseite des Gebäudes hergeleitet, wo sie am reinsten ist, und tritt, nachdem sie sich um den Calorifères erhitzt hat, mittelst Einströmungskanäle in die zu heizenden Räume. Wandschieber von gefälliger Form regeln den Eintritt der Heizluft derart, dass bei wechselnder äusserer Temperatur in den Räumen eine gleichmässige Wärme erhalten wird; Ausströmungsöffnungen führen die durch Athmen u. s. w. verdorbene Luft schnell ab. Eine tröpfelnde Wasserrinne, welche sinnreich mit dem Apparat verbunden ist, versieht den Luftstrom mit so viel Wasserdampf, als zum gesunden, behaglichen Athemholen nothwendig ist. Zu diesen innern Vortheilen, der Ofenfeuerung gegenüber, gesellen sich noch einige äussere von erheblichem Werth, nämlich ein bedeutender Minderverbrauch an Brennmaterial und die Abhaltung von allem Staub und Schmutz. Endlich kann die ganze Heizung durch einen gewöhnlichen Arbeiter beschickt und sicher geregelt werden. Bei dem System der Luftheizung, welches die Firma Boyer & Co. in Ludwigshafen bereits vielfach (namentlich in Bayern, z. B. in der grossen Aula der Universität München, dem Centralbahnhofe in Würzburg etc.) ausgeführt hat und das 75 Proc. Nutzeffect geben soll, werden die Heizröhren nicht aus Eisenblech, sondern in Holzkohleneisenguss von angemessener Wandstärke ausgeführt und die Apparate sind so eingerichtet, dass kein Theil derselben weissglühend und nur der kleinste Theil rothglühend wird, so dass Reparaturen fast gar nicht vorkommen und die Luft niemals durch entweichende Verbrennungsprodukte verunreinigt wird. Um den Röhren bei kleinem Durchmesser eine möglichst grosse Heizfläche zu geben, erhalten sie einen plattelliptischen Querschnitt, so dass pro Kilogramm stündlich verbrennender Kohlen 2,5 Qudratmeter Heizfläche geboten werden können. Um die Wärme der Verbrennungsprodukte vollständig zu verwerthen, lässt man dieselben ein inneres Röhrensystem durchlaufen und in das äussere erst treten, nachdem sie schon wesentlich abgekühlt sind. Die Strahlwärme des erhitzten Röhrensystems wird so ganz von dem äussern System aufgefangen und von diesem an die mit ihm in Berührung kommende zu heizende Luft wieder abgegeben.

Das äussere Röhrensystem ist von einer mit einer glatten Kalkschicht überzogenen Mauerhülle umgeben, welche sich nur so wenig erwärmt, dass ein Wärmeverlust nach Aussen durch Strahlung, welche nicht der zu wärmenden Luft zu gut kommt, fast gar nicht stattfindet. Die Verbrennungsprodukte werden so weit abgekühlt, dass sie mit kaum 100° C. in den Schornstein entweichen. Der Rauch wird, wenn nicht ganz schlechtes Brennmaterial angewendet wird, fast vollständig verbrannt und können meist unmittelbar die gewöhnlichen Kamine verwendet werden. Um die der gewöhnlichen Luftheizung so oft und mit Recht vorgeworfene unangenehme und schädliche Trockenheit zu vermeiden, wird die erwärmte Luft mit Wasserdampf gemischt und werden täglich pro 100 Kubikmeter Heizraum 1,5—2 Liter Wasser verdampft.

Anstatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, bedient man sich zuweilen eines Zwischenträgers, nämlich des Wassers, welches sich seiner hohen specifischen Wärme wegen ganz besonders dazu eignet. Die darauf basirte Heizung nennt man die Heisswasserheizung. Es kommt dabei darauf an, ein mit heissem Wasser angefülltes Gefäss in den zu heizenden Raum zu bringen und Sorge zu tragen, dass die Wärme, die das Wasser verliert, wieder ersetzt wird. Die Heisswasserheizung wird ausgeführt a) mit Hülfe der Circulation durch einen geschlossenen geheizten Kessel oder b) mit Hülfe der Circulation der Heberwirkung bei einem offenen geheizten Gefässe. Bei der Heisswasserheizung nach der ersten Methode steht ein grosser Wasserkessel, welcher dicht zugeschraubt werden kann, mit Röhren in Verbindung, welche nach den zu heizenden Räumen führen und dann wieder in den Kessel zurückkehren. Indem das Wasser in einem Steigrohr emporsteigt und dabei seine Wärme den darüber befindlichen Flüssigkeitstheilchen mittheilt, fliesst kaltes Wasser in den Kessel herab, erwärmt sich daselbst und steigt in die Höhe. Dieses Spiel dauert so lange, als noch in den verschiedenen Theilen ein Temperaturunterschied vorhanden ist; es wird aber niemals aufhören, wenn das aufsteigende warme Wasser unterwegs abgekühlt und der Temperaturunterschied forterhalten wird. Die Leitungsröhren werden am besten aus Gusseisen angefertigt. Man rechnet bei dieser Heizung 20—30 Quadratfuss Heizfläche auf je 100 Kubikfuss Zimmerraum. Die zweite Methode der Heisswasserheizung mit Hülfe eines offenen Kessels, bei welcher das Princip des Hebers in Anwendung kommt, ist das sogenannte Thermosiphon, welches im Vergleich zur ersten Methode den Nachtheil hat, dass durch den offenen Kessel ein nicht unbedeutender Wärmeverlust stattfindet, für die Vermeidung der Ansammlung von Luft in dem oberen Theile des Hebers weit grössere Sorgfalt erforderlich, die Röhrenhöhe endlich eine beschränkte ist, insofern sie vom Luftdrucke abhängt. Eine andere Methode der Heisswasserheizung ist die von Perkins erfundene. Man benutzt dabei warmes Wasser, dessen Temperatur bis auf 150—200° C., an der Feuerstelle sogar bis auf 500° steigt. Der bei dieser Methode angewendete Apparat besteht aus einer endlosen Röhre, welche überall geschlossen und mit Wasser gefüllt ist. Der Kessel ist überflüssig. Der sechste Theil der Röhre ist in irgend einer zweckmässigen Form aufgewickelt und in einen Ofen gebracht; die übrigen $^5/_6$ werden durch Circulation erwärmt. Die Röhren sind von Schmiedeeisen.

Bei der Heizung mit Wasserdämpfen — auf der Anwendung der latenten Wärme des Wasserdampfes beruhend — werden die Heizflächen,

die ihre Wärme an die zu heizenden Räume abgeben sollen, durch Wasserdampf erwärmt, der in einem Dampfkessel erzeugt wird. 1 Kilogr. Wasserdampf von 100° C. enthält so viel Wärme, dass durch dieselbe 5,5 Kilogr. Wasser von 0° bis auf 100° erhitzt werden kann. Ein Dampfheizapparat besteht aus einem Dampfkessel, aus Heizröhren, und aus Röhren, welche das condensirte Wasser entweder zu dem Kessel zurück- oder gänzlich abführen. Der Kessel für den Dampfheizapparat hat ganz die Beschaffenheit eines gewöhnlichen Dampfkessels. Die Heizröhren sind von Gusseisen; man bringt sie entweder horizontal ein wenig geneigt wegen des Abfliessens des condensirten Wassers oder vertical an. Sind mehrere Stockwerke eines Hauses zu heizen, so lässt man ein Steigrohr bis zu der obersten Etage in die Höhe gehen, von dem aus Leitungsröhren nach den verschiedenen Etagen abgehen. Die Leitungsröhren sind am Ende mit einem nach auswärts öffnenden Ventile versehen, damit die Luft durch die einströmenden Dämpfe ausgetrieben werden kann; ausserdem würde sie sich an den Enden der Röhren anhäufen und dem Eintreten des Dampfes bis zu dieser Stelle ein Hinderniss entgegenstellen, so dass dieser Theil der Röhren ungeheizt bliebe. Sobald die Dampfentwickelung im Kessel aufgehört hat, demnach durch die Condensation der Dämpfe ein luftleerer Raum entsteht, muss die Luft durch ein nach innen sich öffnendes Ventil einströmen können. Die Dampfheizung ist besonders dort mit Vortheil anzuwenden, wo von einem Feuerherd aus die Heizung auf grosse Entfernungen und nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt werden soll, wie in Fabrikgebäuden mit grossen Arbeitssälen etc. Vor der Luftheizung hat sie den Vorzug, dass die Leitungsröhren unter dem Fussboden hingeleitet werden und dabei Gegenstände aller Art berühren können, ohne dass eine Entzündung zu besorgen wäre. Vor der Heisswasserheizung hat sie voraus, dass der Dampf bis zu bedeutenden Höhen aufwärts geleitet werden kann, ohne dass der Druck im Kessel vermehrt würde. In Fabriken, welche mit Hochdruckmaschinen arbeiten, ist die Dampfheizung namentlich vortheilhaft, da in diesem Falle die Heizung fast kostenlos bewerkstelligt werden kann.

Seit in neuerer Zeit die Beleuchtung mit Steinkohlengas und Holzgas so grosse Ausdehnung gewonnen hat und der Preis des Leuchtgases im fortwährenden Sinken begriffen ist, lag der Gedanke nicht fern, sich des Gases als Heizmittel zu bedienen. Es wurden auch früher schon hier und da einige derartige Einrichtungen ins Leben gerufen, allgemeiner geschah dies jedoch erst in vielen Fabriken Englands, welche das Gas als Nebenprodukt gewannen und zwar mehr als sie zur Beleuchtung nöthig hatten. Nach und nach ging die Gasheizung in die Hauswirthschaft über, wo sie sich durch schnellen und sicheren Effect, so wie durch Bequemlichkeit und Reinlichkeit auszeichnet. Die Anwendung der Gasflamme zur Erhitzung von Kochapparaten scheiterte lange Zeit an der Eigenschaft des Leuchtgases, in Berührung mit kalten Körpern Russ abzuscheiden, wodurch die Gefässe beschmutzt wurden, auch war die Heizkraft nur gering. Ingenieur Elsner in Berlin beseitigt diesen Uebelstand dadurch, dass er das Gas, ehe es zur Verbrennung gelangt, mit Luft mischt. Durch die dem Gase vor dem Verbrennen zugesetzte Luft findet der Kohlenstoff den zu seiner Verbrennung nothwendigen Sauerstoff und das Gasgemenge verbrennt mit einer nicht leuchtenden, aber auch nicht mehr russenden Flamme. Die Zimmer werden durch Gasöfen sehr rasch geheizt, wodurch sich diese Heizungsart besonders für öffentliche

Locale eignet, bei denen eine schnelle, aber nur kurze Erwärmung erforderlich ist, so bei Kirchen, wie denn auch in Berlin in mehreren Kirchen und anderen öffentlichen Gebäuden mit der Gasheizung befriedigende Versuche angestellt worden sind. Im Allgemeinen ist 1 Kubikmeter Gas hinreichend, um die Temperatur von 200 Kubikmeter Raum um 12° C. zu erhöhen; $^1/_5$ der Gasmenge für die Stunde reicht ferner hin, um die erzeugte Temperatur constant zu erhalten. Bei den in Deutschland gegenwärtig noch immer herrschenden hohen Gaspreisen ist an eine Concurrenz der Gasheizung mit anderen Heizungsarten vor der Hand nicht zu denken. Es ist aber gewiss, dass man in der Zukunft die Generatorgase und das Kohlenoxyd, unter besonders günstigen localen Bedingungen vielleicht auch das Petroleum, wird zur Zimmerheizung verwenden können.

β) Die Kesselfeuerung mit Rauchverzehrung. Indem wir die gewöhnlichen Kesselfeuerungen, welche zum grössten Theile der Dampfmaschinenlehre angehören, übergehen, beschäftigen wir uns hier nur mit den rauchverzehrenden Feuerungen. Nicht nur um die Nachtheile des Rauches zu vermeiden, welcher für die Umgebung grosser Feuerungsanlagen höchst unbequem werden kann, sondern auch und zwar hauptsächlich, um an Brennstoff zu sparen und an Heizkraft zu gewinnen (da der ökonomische Vortheil der rauchverzehrenden Vorrichtungen zum Theil auch darin beruht, dass, weil die Heizflächen nicht berussen, dieselben in einem für die Wärmetransmission geeigneteren Zustande längere Zeit erhalten werden), hat man sich seit langer Zeit die Aufgabe gestellt, rauchverzehrende Feuerungen zu construiren, ohne dass dieses Problem bis jetzt als genügend gelöst betrachtet werden könnte. Die verschiedenen die Verzehrung des Rauches bezweckenden Vorrichtungen beruhen auf verschiedenen Principien; so wird unter anderen z. B. a) durch einen besondern Luftkanal, welcher unmittelbar hinter dem Rost mündet, der Flamme ein Strom kalter und heisser Luft zugeführt; b) man bringt zwei nebeneinander befindliche Feuerungen, die abwechselnd mit frischen Kohlen gespeist werden, in solche Verbindung, dass der Rauch der einen Feuerung mit dem in voller Glut befindlichen Feuer der anderen Feuerung in innige Berührung tritt und dadurch verbrannt wird; c) es werden die frischen Kohlen auf den vorderen Theil des Rostes geworfen, damit der Rauch über das auf dem Hintertheile des Rostes in voller Glut brennende Feuer streiche; d) das Aufschütten von frischem Brennmaterial ist einer Vorrichtung übertragen, welche nicht periodisch eine grössere Kohlenmenge, sondern allmälig, aber in ununterbrochener Wirkung die Kohle in zerkleinertem Zustande auf das in voller Glut befindliche Feuer wirft; e) zur Herbeiführung der hinreichenden Luftmenge, deren Sauerstoff die vollständige Verbrennung ermöglichen sollte, d. h. zur Erreichung des nöthigen Zuges war man bisher gewöhnt, sehr hohe Schornsteine aufzuführen, denn je höher die Schornsteine, desto grösser die Differenz in den specifischen Gewichten innerhalb und ausserhalb des Schornsteines, desto rascher aber auch die durch den Zug erfolgende Ausgleichung dieser Differenzen, aber auch desto kostspieliger. Je mehr der Zug auf diesem Wege gesteigert wird, desto grössere Wärmemengen gehen auf diese Weise verloren. Da die Temperaturdifferenz die Ursache der Luftströmung ist, so hat man sich bemüht, diese Bedingung durch eine constante hohe Temperatur des Verbrennungsraumes zu erfüllen.

Von den bekannteren Einrichtungen, den Rauch zu verzehren oder die

Bildung des Rauches zu verhüten, oder endlich den entstandenen Rauch auf mechanische Weise (z. B. durch Waschen) zu entfernen, seien folgende Principien mit Beispielen angeführt.

1) *Entfernung des Rauches durch Waschen.* Man hat in England, namentlich in den chemischen Fabriken zu Newcastle Vorrichtungen getroffen, um den aus den Feuerungen kommenden Rauch, bevor er in den Schornstein tritt, auszuwaschen. Sämmtliche rauchentwickelnde Herde einer Fabrik werden mittelst eines weiten und langen gemauerten Kanales mit einer einzigen Esse in Verbindung gesetzt. 2) Die *Anwendung verbesserter Roste*, die man a) als immobile und b) als mobile Roste unterscheiden kann. Von den immobilen Rosten sind erwähnenswerth der Treppenrost und der Etagenrost. Ersterer besteht aus mehreren, aus Roststäben gebildeten Stufen, welche für das Schüreisen, vom Aschenfalle aus, zugänglich sind. Durch die Hitze des Feuers auf den unteren Stufen wird das Material auf den oberen einigermaassen verkokt und erst, wenn es seine Gase zum Theil abgegeben hat, wird es auf die unteren Stufen herabgestossen, um auf den oberen durch neues ersetzt zu werden. Die Luft tritt bei diesem Roste nicht allein durch die Roststäbe, sondern auch durch die Stufenabsätze zum Theil seitlich, zum Theil über das Feuer, was zur Entzündung der flüchtigen Stoffe einigermaassen beiträgt. Backende Kohlen eignen sich für den Treppenrost nicht, eben so wenig stark schlackebildende, dagegen ist die Anwendung von Kohlenklein, Torfabfällen, Sägespänen und dergleichen sehr am Platze. Wesentlich modificirt tritt der Treppenrost als E. Langen's Etagenrost auf. Er unterscheidet sich von allen üblichen Feuerungsvorrichtungen dadurch, dass bei ihm das frische Brennmaterial nicht wie bei dem liegenden Rost *auf* die brennende Kohlenschicht, sondern *unter* derselben auf den Rost eingeführt wird. Zu dem Ende ist der unter einem Winkel von etwa 28° geneigt liegende Rost in mehrere Etagen getheilt, dergestalt, dass zwischen jeder Etage in der ganzen Breite des Rostes ein freier Raum von etwa 12 Centimeter Höhe bleibt, durch welchen die frische Kohle auf den Rost geschoben wird. Die Destillation der Gase geht daher ununterbrochen unter stetem Luftzutritt von unten vor sich und dieses Gemisch von Gas und Luft ist gezwungen, durch die darüber liegende Kohlenschicht zu streichen, wo es die zu einer vollständigen Verbrennung erforderliche Temperatur vorfindet. Somit sind alle Bedingungen zu seiner möglichst rauchlosen Verbrennung in einfacher Weise und ohne Hülfe jeder mechanischen Vorrichtung erfüllt. Da unmittelbar auf der Rostfläche sich nur frische Kohle befindet, so wird der Rost kühl erhalten und derselbe vor Abnutzung und Verschlackung geschützt. Den mobilen Rosten liegt wesentlich der Gedanke zu Grunde, das Nachfeuern durch mechanische Vorrichtungen besorgen zu lassen. Von allen in Gebrauch gekommenen derartigen Apparaten haben zwei die meiste Verbreitung gewonnen, nämlich der Kettenrost von Tailfer hat, trotz seiner complicirten Construction vielfach Eingang in die Praxis gefunden. Er besteht im Wesentlichen aus zwei endlosen Gliederketten mit flachen Gliedern, die über von der Maschine bewegte achtarmige Leitwalzen laufen. Zwischen diesen Ketten sind die Roststäbe der Länge nach eingeschaltet, so dass gleichsam der ganze Rost ein breites endloses Band von Stäben bildet. Man giebt dem Roste eine ununterbrochene Bewegung von 27—30 Millimetern in der Minute. Das durch einen Fülltrichter aufgeschüttete Brennmaterial wird dadurch

continuirlich dem Feuer zugeführt. Die Schnelligkeit der Bewegung des Rostes ist derart regulirt, dass die Kohle, die auf der einen Seite frisch darauf fällt, verbrannt sein soll, wenn sie auf der andern Seite des Rostes ankommt, wo sie beim Fortschreiten des Rostes von selbst herabfällt. Eine ähnliche Tendenz wie der Kettenrost verfolgt Collier's rotirender Rost. Hier rotirt eine rostförmig durchbrochene runde Platte an Rostesstatt unter dem Kessel. An einer Stelle wird langsam und sparsam durch einen radialen Spalt Kohle aufgestreut, so dass, bei jedem Umlaufe des Rostes, alle Theile desselben gleichmässig versehen werden. Unter den Einrichtungen, welche 3) eine *verbesserte Zuführung des Brennmaterials* bezwecken sollen, seien unter den zahllosen Vorschlägen einige der besseren und bewährteren angeführt. Die von Collier herrührende Einrichtung hat wesentlich folgende Beschaffenheit: Aus einem Rumpfe fallen die Kohlen fortwährend auf zwei horizontale Quetschwalzen, deren Oberflächen mit Spitzen versehen sind. Von hier aus gelangt die zerkleinerte Kohle auf zwei neben einander und in derselben Horizontalebene liegende kreisförmige Projectoren oder Schleuderer, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen und zusammenwirken. Jeder Projector hat sechs trapezoïdische Schaufeln und macht in einer Minute 200 Umdrehungen. Der Herd hat einen festen Rost. Zur Bewegung des Mechanismus war $^1/_2$ Pferdekraft nothwendig. Hierher gehören auch die Pultfeuerungen, deren Charakteristisches darin liegt, dass sich bei ihnen der Luftstrom des Zuges nicht von unten nach oben durch den Rost bewegt, sondern denselben von oben nach unten durchstreicht. Der Rost liegt hierbei meist stark von hinten nach vorn geneigt, die Feuerthüre, die grosse Dimensionen hat, bleibt immer offen, während die Thür des Aschenfalles geschlossen bleiben muss. Die Flamme zieht also bei dieser Feuerung durch den Rost hindurch und wird von da aus weiter verwendet. Somit ist hier allen Bedingungen für eine vollkommene Verbrennung genügt, denn obwohl das Nachheizmaterial oben auf den Rost geworfen wird, so ist doch dies Oben in Bezug auf die Richtung der Gasströmung unten, denn das aufgeworfene Material wird früher als das brennende von der reinen nachströmenden Luft berührt, die Gase entbinden sich daraus durch die strahlende Wärme der Feuerschicht und kommen, mit Luft gemischt, ins Feuer, welches sie ganz durchziehen müssen und daher gut in Brand gesetzt werden. Die Pultheizung ist in der Regel nur für Holz anwendbar, doch sind in neuerer Zeit auch Torf- und Kohlenpulte construirt worden. In letzterer Hinsicht ist der Schüttelpultrost Vogel's beachtenswerth; derselbe ist ein Stangenrost mit einer Neigung von etwa 33°, wird durch einen Fülltrichter gespeist und ist so eingerichtet, dass die einzelnen Stäbe durch eine Schlagradwelle erschüttert werden können. Bei Boquillon's Rost für kleine Feuerungen, also für Sparherde und Zimmeröfen, wird das frisch aufgelegte Brennmaterial nicht auf, sondern unter das glühende gebracht. Der Rost bildet einen horizontal liegenden drehenden Cylinder, dessen Mantelfläche die Roststäbe vorstellen. Die Rostmantelfläche kann geöffnet werden; beim Schüren wird auf die noch brennende Kohle frisches Brennmaterial gestürzt, die Cylinder werden geschlossen und so weit umgedreht, dass die kalten Kohlen unten zu liegen kommen. Die sich entwickelnden Gase müssen durch die brennende Kohlenschicht streichen und verbrennen. Findet somit auch vollständige Rauchverzehrung statt, so ist doch das Schürgeschäft so complicirt und mühselig, dass die Boquillon'sche Einrichtung

wol schwerlich Eingang finden wird. In vielen Fällen hat man sich bemüht, das Feuer in aufsteigender Richtung zu speisen, so bei der Vorrichtung Cutler's, welche 1854 von Arnott verbessert wurde. In beiden Fällen wird der Boden eines mit Kohlen gefüllten Blechkastens entweder mit Hülfe von Ketten oder mittelst Zahnstangen gehoben, wobei das Schüreisen als Hebel dient. Nachdem der Brennstoff consumirt ist, wird der Boden des Kohlenkastens wieder in seine ursprüngliche Stellung zurückgeführt und der Kasten mit neuem Brennmaterial gefüllt, was in 24 Stunden zweimal zu geschehen hat. Bei der Vorrichtung von George wird das Brennmaterial durch eine Schraube von unten auf einen kreisförmigen, fast trichterförmigen Rost hinaufgeschraubt. In jüngster Zeit (1873) wird A. C. Fletscher's amerikanischer Patent-Feuerost vielfach angewendet, der vermöge seiner eigenthümlichen Construction eine freie Circulation der Luft durch den ganzen Rost gestatte, dadurch eine vollständigere Kohlenverbrennung und demzufolge bei einer Kohlenersparniss bis zu 20 Procent eine weit raschere Dampferzeugung als bei anderen bisher angewendeten Rosten herbeiführe. Die fortwährende Abkühlung der Rostoberfläche verhindert das Anhängen von Schlacken und conservirt die Roststäbe, die sich nicht verziehen, nur in geringem Maasse ausdehnen und leicht gereinigt werden können. 4) Unter Apparaten, bei denen die Rauchbildung durch *ungleiche Rostbeschickung* verhütet werden soll, steht die von Duméry construirte Feuerung oben an. Sie ist dadurch von ähnlichen Feuerungen unterschieden, dass die Kohle nicht von unten gehoben, sondern von beiden Seiten des Rostes aus unter die Glut geschoben wird. Zu dem Ende hat der Rost eine starke Krümmung nach oben, und hebt sich in der Mitte gleichsam zu einem Sattel nach der ganzen Längenseite; durch äussere bewegende Kraft wird der Brennstoff nach dem Roste zu gedrückt, so, dass er auf dem untersten Roststabe zunächst anlangt und dann auf der convexen Fläche des Rostes weiter geht. Ist der Rost mit Feuer bedeckt, so schiebt sich das nachgedrückte Feuerungsmaterial zwischen Rost und brennende Masse hinein und die Nachfeuerung geschieht somit von unten her. 5) Bei der *Rauchverbrennung* im engeren Sinne *durch Luftnebenströme* und den darauf bezüglichen Vorschlägen trifft man meist Vorschläge, die nicht zum Ziele führen können. Einige wenige beachtenswerthe seien im Nachstehenden angeführt. In erster Linie ist zu nennen die von Parkes 1820 construirte gespaltene Feuerbrücke, bei welcher die in den Aschenfall strömende Luft zum Theil durch den Rost, zum Theil unter dem Rost in den Spalt der Feuerbrücke geht und bei ihrem Austritt in einem rechten Winkel die Flamme schneidet. Eine Modification der gespaltenen Brücke findet sich an der Feuerung des Engländers Chanter, welche im Wesentlichen aus zwei aufeinanderfolgenden Rosten besteht, von denen der zweite etwas abwärts von dem ersten liegt. Das frische Brennmaterial wird auf den letztern geworfen, und wenn es in glühende Koks verwandelt ist, wird es auf den zweiten Rost geschoben. Zum Beschluss erwähnen wir Gall's Feuerung. Während es lange Jahre hindurch in der Pyrotechnik als Axiom galt, dass die Weite und Höhe eines Fabrikschornsteins in einem bestimmten Verhältnisse zu dem in einer bestimmten Zeit verbrannten Brennstoffquantum stehen müsse, hat Gall Schornsteine gebaut, welche den höchsten Punkt der Gebäude nur um 0,6 Meter überragen und nicht mehr die Aufgabe haben, den Zug zu befördern, sondern lediglich einen Abflusskanal für die Verbrennungsprodukte bilden. Da die Temperaturdifferenz

die Ursache der Luftströmung in einem Ofen ist, so sucht Gall diese Bedingung durch eine constant sehr hohe Temperatur des Verbrennungsraumes zu erfüllen.

Aus der vorstehenden Aufzählung der rauchverhütenden und rauchverbrennenden Feuerungen geht hervor, dass, obgleich bei weitem nicht alle in Vorschlag gebrachten Construktionen genannt wurden, bereits viele derselben in Anwendung gebracht worden sind. Wirft man jedoch die Frage auf, ob ein in der That wirksames Mittel oder eine in jeder Beziehung befriedigende Construktion ermittelt sei, um eine vollkommene Verbrennung des Brennstoffs in der Feuerung zu erzielen, so lautet die Antwort verneinend. Hat man sich auch auf den verschiedensten und mitunter verschlungenen Wegen bemüht, Rauchbildung zu verhüten theils dadurch, dass man den Rauch mit bereits in vollständiger Glut befindlichem Brennstoff zusammenbringen wollte, um ihn zu verbrennen, theils die Anwendung erhitzter Luft zum Verzehren des Rauches und der Destillationsprodukte der Kohlen in Vorschlag brachte, theils durch gleichförmiges und beständiges Schüren bei einer Feuerungsanlage der Rauchbildung vorbeugen wollen, theils endlich dadurch, dass man in einer regulirten Luftzufuhr die Hauptbedingung einer vollkommenen Verbrennung und der Verminderung von Rauch erachtete, so muss man doch gestehen, dass man bis auf den heutigen Tag noch keine Mittel und Anordnungen kennt, welche in solchem Grade befriedigen, dass sie allgemein empfohlen werden könnten. Trotzdem haben sich viele Einrichtungen (der Etagenrost, die Fairbairnsche Feuerung mit Doppelrosten) bei guter Kesselconstruktion und passender Qualität der Brennmaterialien gut bewährt, indem sie wenigstens eine theilweise Rauchverhütung bewirken, besonders — wenn man einen tüchtigen und umsichtigen Heizer anstellt und demselben bei Kohlenersparniss eine entsprechende Prämie bewilligt. Welche günstigen Resultate hierdurch herbeigeführt werden können, ersieht man aus der Thatsache, dass seit Einführung der Kohlenprämie bei den Locomotiven eine Kohlenersparniss von 10 Proc. durchweg erzielt wurde. Bei den Eisenbahnen geschieht die Controle der Leistung jeder einzelnen Locomotive durch fortlaufende Notirung der Lasten und der Entfernungen, auf welchen dieselben bewegt wurden. Die Terrainverhältnisse werden durch Einführung von Coëfficienten berücksichtigt. Bei stationären Maschinenanlagen ist eine ähnliche Controle nicht anwendbar, weil die Art der einzelnen Nutzleistungen in der Regel sehr verschieden ist, und ein richtiger Maassstab für dieselben nicht existirt, auch die Nutzleistung hier nicht vom Maschinisten und Heizer allein, sondern auch von den bei den Arbeitsmaschinen beschäftigten Arbeitern abhängt. Ueberdies ist die ganze Manipulation noch complicirter, als bei den Eisenbahnen. Ein directer Weg zur Bestimmung der Leistung des Heizers wäre die genaue Messung des producirten Dampfes. Diese ist denn auch schon mehrfach versucht worden durch Anwendung von Wassermessern, welche in die Speiseleitung eingeschaltet wurden. Indessen haben alle diese Apparate nur eine beschränkte Anwendung in der Praxis gefunden, weil sie den an sie zu stellenden Anforderungen mit sehr wenigen Ausnahmen nur sehr unvollständig entsprechen.

Register.

A.

Aërated-bread 308.
Aetherische Oele 321.
Aetzen 97. 450.
Aetzbeizen 450.
Aetznatron 130.
Affination 89.
Aichmetall 45.
Alabaster 222.
Alaun 165.
„ concentrirter 170.
Alaunerde 166.
Alaunerze 167.
Alaungerberei 366.
Alaunschiefer 167.
Alaunstein 166.
Alcarrazas 206.
Alfenide 46.
Alizarin 422. 427.
Alizarintinte 437.
Alkalien 99.
Alkohol 298.
Alkoholgährung 298.
Alkoholometrie 298.
Aloëhanf 229.
Alpakametall 39.
Alpakawolle 339.
Aluminium 91.
Aluminiumbronze 92.
Amalgam 79.
Amalgamation 79.
Ammoniak 152.
„ kohlensaur. 153.
Ammoniak salpeters. 155.
„ salzsaur. 154.
„ schwefels. 155.
Ammoniakalaun 170.
Ammoniaksalze 153.
Ammoniaksodaprocess 231.
Ammoniakwasser 152.
Amykos 163. 401.
Amylum 245.
Ananashanf 230.
Anilin 410.
Anilinblau 413.
Anilinbraun 416.
Anilinfarben 410.
Anilingelb 415.
Anilingrün 414.
Anilinöl 409.
Anilinroth 410.
Anilinschwarz 415.
Anilinviolett 411.
Animalisiren 447.
Anlassen des Stahles 33.
Anthracen 422.
Anthracenfarben 422.
Anthracenroth 422.
Anthracit 535.
Antichlor 140.
Antimon 69.
Antimonchlorür 71.
Antimonoxyd 71.
Antimonsäure 71.
Antimonzinnober 71.
Antiphosphorfeuerzeuge 388.
Appert's Methode 399.

Argentan 46.
Arrow-root 250.
Arsenige Säure 72.
Arsen 71.
Arsenküpe 442.
Arsensäure 72.
Arsensaures Natron 72.
Asphalt 325.
Aufbereitung 5.
Aseptin 163.
Aurin 418.
Auripigment 72.
Azale 427.
Azulin 419.

B.

Backkohle 535.
Backpulver 308.
Backsteine 208.
Bäckerei 304.
Bandanas 454.
Barilla 125.
Baumwolldruckerei 451.
Baumwolle 230.
Baumwollfärberei 447.
Baumwollgarn 231.
Baumwollspinnen 231.
Baumwollweben 233.
Baumwollzeuge 233.
Bauxit 169.
Bauxitalaun 169.
Beinglas 190.
Beizen 441.
Beleuchtung 456.
Belmontin 509.
Benzol 407.
Berylldruck 454.
Berlinerblau 36.
Bessemerstahl 28.
Bierbesteuerung 287.
Bierbrauerei 279.
Bismarckbraun 416.
Bisterbraun 416.
Bittermandelöl, künstliches 474.
Blankstossen 362.
Blanquette 125.
Blasenstahl 31.
Blattelkohle 539.
Blattgold 45.
Blauholz 434.
Blausaures Kali 35.
Blech 25.
Blei 50.
Bleicherei 437.
Bleichkalk 149.
Bleierze 50.
Bleiglanz 50.
Bleiglätte 53.
Bleiglas 186.
Bleilegirungen 53.
Bleioxyd 53.
„ chromsaur. 56.
„ essigsaur. 54.
„ kohlensaur. 57.
Bleischrot 51.
Bleisuperoxyd 54.
Bleiweiss 57.
Bleizucker 54.
Bleu de France 441.
„ „ lumière 413.
„ „ Lyon 413.
„ „ nuit 413.
„ „ Mulhouse 413.
„ „ Parme 413.
Bleu soluble 413.
Bleu Thenard 38.
Blutlaugensalz 35.
Boracit 164.
Bogheadkohle 539.
Borax 162.
Boronatrocalcit 164.
Borsäure 162.
Branntweinbrennerei 288.
Brasilienholz 428.
Braunkohle 533.
Braunschweigergrün 48.
Braunstein 149.
Bremerblau 48.
Bremergrün 48.
Brennapparate 295.
Brennereirückstände 299.
Brennmaterialien 523.
Brennöl 474.
Britanniametall 61.
Briquettes 544.
Brom 134.
Bronze 42.
Bronzefarben 45.
Brot 304.
Brüningsroth 411.

Butter 393.
Butterfässer 393.
Buttermilch 393.

C.

Cadmium 69.
Campecheholz 434.
Candiszucker 263.
Cannelle 416.
Carboxygenlicht 509.
Carcellampe 479.
Carbolsäure 416.
Carmin 430.
Carnallit 98.
Carthamin 429.
Caseïnleim 379.
Cassava 250.
Cäment 218.
Cämentirpulver 31.
Cämentkupfer 40.
Cämentstahl 31.
Chagrin 372.
Champagner 275.
Chaptalisiren 278.
Charmottesteine 211.
Chilisalpeter 105.
Chinasilber 46.
Chinesisch Gras 229.
Chloralkalien 151.
Chlorkalium 100.
Chlorkalk 149.
Chlornatrium 117.
Chlorsaures Kali 152.
Chlorwasserstoffsäure 146.
Chromeisenstein 55.
Chromchlorid 56.
Chromgelb 56.
Chromgrün 56.
Chromorange 56.
Chromoxyd 57.
Chromroth 57.
Chromsaur. Blei 56.
„ Kali 55.
„ Zink 68.
Chromschwarz 445.
Chromzinnober 57.
Cinchoninfarben 425.
Cochenille 429.
Coelin 38.
Coeruleum 38.
Cognac 293.
Collodium 117.
Condensatoren 488.
Copirtinte 437.
Coquelicot 419.
Corallin 418.
Corduan 365.
Crêmes 323.
Cudbear 430.
Curcuma 436.
Cyanin 425.

D.

Dahlia 412.
Dampfheizung 549.
Damascenerstahl 33.
Danks Puddelofen 22.
Dégras 363.
Dextrin 250.
Diphenylamin 414.
Docht 464.
Draht 25.
Druckerschwärze 331.
Dualin 111.
Duckstein 218.
Dynamit 111.

E.

Edelsteine, künstliche 188.
Eichenrinde 352.
Einsatzhärtung 32.
Einträ̈nken 88.
Eisen 7.
Eisenblech 25.
„ verzinnt 25.
Eisendraht 25.
Eisenerze 7.
Eisengiesserei 17.
Eisen, glasirtes 19.
Eisenkitt 337.
Eisenmennige 35.
Eisenoxydul, schwefelsaures 35.
Eisenvitriol 35.
Eiweissleim 379.
Elektrisches Licht 507.
Ellershausen-Process 23.

Enlevagen 450.
Entfuselung 296.
Erdöl 518.
Erdwachs 466. 502.
Erze 5.
Esparto 234.
Essig 309.
Essiggährung 309.
Essigpilze 310.
Etagenrost 552.
Exhaustor 490.
Explosive Körper 106.
Extractum carnis 398.

F.

Färberei 440.
Farbige Feuer 112.
Farbstoffe 404.
Fayence 206.
Federlampe 479.
Ferridcyankalium 36.
Ferrocyankalium 35.
Feuerung 523.
Feuerzeuge 386.
Firniss 330.
Fischhaut 374.
Fischleim 378.
Fisetholz 435.
Flachs 226.
„ neuseeländ. 229.
Flachsrösten 226.
Flachsspinnen 227.
Flachsweben 228.
Fleisch 396.
Fleischbrühe 396.
Fleischconservation 401.
Fleischextract 398.
Fleischzwieback 401.
Frischeisen 20. 26.
Frischen 20.
Frischprocess 20.
Frischstahl 27.
Frittenporcellan 204.
Fuchsin 410.
Fuselöl 296.
Fustikholz 435.

G.

Gährung 267.
Gährungsgewerbe 267.
Galläpfel 353.
Gallisiren 278.
Galvanoplastik 94.
Galvanotechnik 94.
Garanceux 427.
Garancin 427.
Gasbeleuchtung 482.
Gasbrenner 497.
Gasheizung 545. 550.
Gaskalk 493.
Gasometer 492.
Gasuhren 496.
Gaswasser 488.
Gelbbeeren 435.
Gelbholz 435.
Generatorgase 22. 545.
Gerberei 351.
Gerberfett 363.
Gerbersumach 353.
Gerbmaterialien 353.
Gerbsäure 353.
Gerbstahl 31.
Gerbstoff 353.
Geschützmetall 43.
Gespinnstpflanzen 226.
Gichtgase 13. 545.
Giesserei 17.
Gläser, farbige 189.
Glas 175.
„ entglastes 176.
Glasdruck 190.
Glaserkitt 335.
Glasfarben 190.
Glasgalle 179.
Glasincrustationen 191.
Glasmalerei 190.
Glasmosaik 190.
Glasöfen 178.
Glasofen mit Regenerator 178.
Glasperlen 193.
Glaubersalz 147.
Glockenmetall 43.
Glonoin 112.
Glycerin 470.
Glycerinseife 160.
Glycose265.
Gold 86.
Goldgewinnung 86.
Goldlegirungen 89.
Goldscheidung 88.

Goldzunder 90.
Golgasdruck 454.
Granatbraun 418.
Graphittiegel 212.
Grénat soluble 418.
Grünspan 49.
Gusseisen 14.
Gussstahl 32.
Guttapertja 328.
Gyps 222.
Gypsbrennen 222.
Gypsgüsse 223.
Gypshärten 228.

H.

Haloxylin 111.
Hanf 229.
Harnküpe 443.
Harnsäure 425.
Harnsäurefarben 425.
Hartgummi 327.
Harze 324.
Harzkitt 335.
Hausenblase 378.
Haut 354.
Häute 354.
Havannabraun 416.
Heatonstahl 31.
Hefe 300. 305.
Heisswasserheizung 548.
Heizung 523.
Hirschhornsalz 153.
Hohofen 9.
Hohofengase 13.
Hohofenprocess 10.
Holz 528.
Holzconservation 316.
Holzessig 313.
Holzgas 501.
Holzgeist 315.
Holzkohle 528.
Holzschwamm 316.
Holzschwarz 445.
Holzstoff 235.
Hopfen 280.
Hopfenconservation 281.
Hüttenfabrikate 6.
Hüttenkunde 5.
Hüttenprodukte 6.
Hydraul. Mörtel 217.

I.

Indig 433.
Indigcarmin 433.
Indigküpe 443.
Indigschwefelsäure 433.

J.

Jaune anglais 417.
Javelle'sche Lauge 151.
Jod aus Kelp 133.
„ „ Natronsalpeter 133.
Jodgrün 414.
Jodviolett 412.
Juchtenleder 363.
Jute 229.

K.

Kadmium 69.
Käse 394.
Kainit 99.
Kalbkid 355.
Kali 98.
Kali, chlorsaures 152.
„ chromsaures 55.
„ kieselsaures 185.
„ kohlensaures 99.
„ salpetersaures 103.
„ schwefelsaures 100.
Kalisalze 98.
Kaliseife 160.
Kalk 212.
„ schwefelsaurer 222.
Kalkbrennen 215.
Kalkkitt 334.
Kalklicht 505.
Kalkmergel 213.
Kalkofen 214.
Kalkverseifung 461.
Kaolin 195.
Kammwolle 345.
Kanonenmetall 43.
Karatirung 89.
Kartoffel 246.
Kartoffelbranntwein 291.
Kartoffelstärke 246.

Kautschuk 326.
„ hornisirtes 327.
„ vulkanisirtes 327.
Kelp 102.
Keramik 195.
Kermes 430.
Kerzen 460.
Kesselfeuerung 551.
Kitt 334.
Kleberleim 379.
Kleister 336.
Knallquecksilber 75.
Knochenkohle 389.
Knotenfänger 242.
Knoppern 353.
Kobalt 37.
Kobaltblau 38.
Kobaltfarben 37.
Kobaltgrün 38.
Kobaltoxydul 37.
Kobaltspeise 39.
Kobaltultramarin 38.
Kochsalz 117.
Kohlen 528.
Kohlenlicht 507.
Kohlenziegel 544.
Kohlungstahl 31.
Kokosnussfaser 230.
Koks 543.
Krapp 426.
Krappblumen 427.
Krappfarben 427.
Krapplack 427.
Kresol 416.
Kresolfarben 416.
Krispeln 362.
Krümelzucker 265.
Kryolith 169.
Kryolithalaun 169.
Kryolithglas 191.
Kryolithsoda 130.
Krystallglas 186.
Kühlkrüge 206.
Küpe 442.
Kupfer 40.
Kupferamalgam 46.
Kupfererze 40.
Kupferfarben 42. 48.
Kupferglanz 40.
Kupferkies 40.
Kupferlasur 40.
Kupferlegirungen 42.
Kupfer essigsaur. 49.
„ schwefels. 47.
Kupferschiefer 40.
Kupfervitriol 47.

L.

Lac Dye 430.
Lackfarben 405.
Lackfirniss 332.
Lackirtes Leder 365.
Lakmus 435.
Laming's Mischung 492.
Lampen 473.
Lapis lazuli 171.
Lasurstein 40.
Leder 351.
Leim 374.
„ flüssiger 378.
Leimsurrogate 379.
Lein 226.
Leingewebe 228.
Leinölfirniss 330.
Leiokom 250.
Lepidinblau 425.
Leuchtmaterialien 456.
Liqueurfabrikation 323.
Lithographischer Stein 212.
Lohgerberei 352.
Lokao 437.
Luftgas 509.
Luftheizung 547.
Luftmörtel 215.

M.

Magdalaroth 421.
Magnesium 93.
Magnesiumlicht 93. 506.
Malz 280.
Malzdarren 282.
Mandarinage 455.
Manilahanf 230.
Maniok 250.
Maroquin 364.
Martinstahl 31.
Martiusgelb 420.
Maschinenschmieröl 518.

Mauveïn 411.
Mehl 309.
Melasse 262.
Mennige 54.
Mergel 197.
Messing 45.
Metallkitt 46.
Metallochromie 98.
Metallurgie 4.
Methylalkohol 315.
Methylanilin 412.
Methylgrün 415.
Methylviolett 412.
Milch 390.
Milchextract 392.
Milchzucker 391.
Millefiori 192.
Mineralöl 474.
Mirbanöl 407.
Moderateurlampe 479.
Mohair 339.
Mordants 441.
Morindagelb 441.
Mörtel 215.
Moirée metallique 61.
Mondglas 180.
Most 270.
Moussirender Wein 275.
Münzfuss 84. 89.
Muntzmetall 45.
Murexid 425.
Musivgold 61.

N.

Naphtazarin 421.
Naphtalinfuchsin 422.
Naphtalin 419.
Naphtalinblau 422.
Naphtalinfarben 419.
Naphtalingelb 420.
Naphtalinroth 421.
Naphtylamin 420.
Naphtylblau 422.
Natron, kohlensaures 124.
„ zweifach kohlensaures 131.
„ salpetersaures 105.
„ schwefelsaures 126. 147.
„ unterschwefligsaures 138.
„ zweifach schwefligsaur. 138.
Natronaluminat 170.
Natronsalpeter 105.
Neapelgelb 71.
Neft-gil 509.
Neusilber 39. 46.
Nickel 39.
Nickelmünzen 39.
Nickelspeise 39.
Nicotianin 319.
Nicotin 319.
Nitrobenzol 407.
Nitroglycerin 112.
Nitroleum 112.

O.

Oefen 546.
Oele, ätherische 322.
Oelgerberei 371.
Oelkitt 335.
Oelsäure 462.
Operment 72.
Opermentküpe 443.
Optisches Glas 187.
Orceïn 430.
Orcin 430.
Orlean 435.
Orseille 430.
Orseillecarmin 431.
Ozokerit 509.

P.

Paeonin 418.
Papierfabrikation 234.
Papierformen 236.
Papiermaché 243.
Papiermaschinen 236.
Pappe 243.
Paraffin 466. 508.
Paraffinkerzen 466.
Parfümerie 322.
Parfüms, chemische 323.
Parian 204.
Pariancäment 224.
Pariser Violett 413.
Pastellfarben 405.
Patina 43.
Pattinsoniren 81.
Pergament, animal. 372.

Pergament, vegetabil. 244.
Pergamentpapier 244.
Perlen 193.
Perlenessenz 194.
Petiotisiren 278.
Petroleum 518.
Petroleumgas 503.
Petroleumlampe 481.
Petrosolaröl 517.
Pflanzenfaser 225.
Phénicienne 418.
Phenol 416.
Phenolfarben 416.
Phenylbraun 418.
Phenylroth 418.
Phenylsäure 416.
Phosphor 379.
„ rother 385.
Phosphorbronze 44.
Phtalsäurefarben 419.
Pierres de Strass 188.
Pikabahanf 230.
Pikrinpulver 111.
Pikrinsäure 417.
Pincoffin 427.
Platin 77.
Platinlegirungen 78.
Platinmohr 78.
Platinschwamm 77.
Platinsalmiak 77.
Porcellan 199.
Porcellanerde 195.
Porcellanmalerei 203.
Porcellanofen 202.
Portlandcäment 219.
Potasche 98.
„ aus Asche 100.
„ „ Carnallit 99.
„ „ Feldspath 100.
„ „ Meerwasser 100.
„ „ Schafwollschweiss 102.
„ „ Schlempekohle 101.
„ „ Tangen 102.
Potaschenküpe 432.
Presshefe 300.
Presstorf 532.
Puddeleisen 20.
Puddelstahl 27.
Puddlingsprocess 20.
Pulver 106.
Purpurin 426.
Purpursäure 425.
Puzzuolane 218.
Pyrolusit 149.
Pyroxylin 115.

Q.

Quecksilber 73.
„ knallsaures 75.
Quecksilberchlorid 74.
Quercitron 436.

R.

Rahm 391.
Ramée 229.
Ratafia 323.
Räuchern des Fleisches 402.
Rauchverzehrende Feuerungen 551.
Rauchtabak 320.
Realgar 72.
Regeneration der Gemälde 334.
Regeneration des Schwefels 129.
Reisstärke 249.
Reservagen 449. 450.
Resorcin 425.
Resorcinfarben 425.
Ringofen 209.
Rinmann's Grün 38.
Roheisen 9.
Rohrzucker 252.
Rohstahl 27.
Romancäment 219.
Rosanilin 410.
Rosolsäure 418.
Röstkohle 531.
Rothgerberei 352.
Rothholz 428.
Rübenbranntwein 288.
Rübenmelasse 262.
Rübenzucker 257.
Rübenzuckerproduktion 263.
Rüböl 474.

S.

Sämischgerberei 371.
Saffian 365.
Safflor 429.

Safranin 412.
Saftfarben 405.
Sago 250.
Salicor 124.
Salmiak 154.
Salpeter 103.
Salpeterbildung 104.
Salpeterfrischen 32.
Salpeterplantagen 104.
Salpetersäure 105.
„ rauchende 106.
Salz, gemeines 117.
Salzsäure 146.
Sandelholz 428.
Santorin 218.
Scaliogla 224.
Schaumwein 275.
Scheelisiren 278. 472.
Schiefergas 503.
Schiessbaumwolle 115.
Schiesspulver 106.
Schlempekohle 101.
Schlichten 362.
Schlichtmond 362.
Schmiedeeisen 19.
Schnellessigfabrikation 311.
Schnellgerberei 359.
Schnupftabak 321.
Schwefel 135.
„ natürlicher 135.
„ aus Kelp 136.
„ „ Pyrit 135.
„ „ Steinkohlengas 136.
„ regenerirter 130.
„ vegetabilischer 136.
Schwefelkies 135.
Schwefelkohlenstoff 145.
Schwefelsäure 139.
„ englische 139.
„ rauchende 139.
Schwefelsäureverseifung 462.
Schweflige Säure 137.
Schweinfurtergrün 48.
Scott's Selenitmörtel 224.
Scrubber 488.
Sedanschwarz 431.
Selenitmörtel 224.
Seide 346.
Seidendruck 451.
Seidenfärberei 445.
Seidenraupe 347.
Seidenweberei 350.
Seidenzeuge 350.
Seife 156.
„ gefüllte 157.
„ geschliffene 157.
„ weiche 160.
Sicherheitszündhölzchen 388.
Siegellack 325.
Siemens' Regeneratoren 23.
Silber 79.
Silbererze 79.
Silberextraction 80.
Silbergewinnung 79.
Silberlegirungen 84.
Silberoxyd, salpetersaures 86.
Silberspiegel 183.
Smalte 38.
Soda 124.
„ aus Kochsalz 130.
„ „ Kryolith 130.
„ „ Natronsalpeter 130.
„ „ Sulfat 127.
„ künstliche 125.
„ natürliche 124.
„ vegetabilische 124.
Sodaküpe 443.
Sodaöfen 128.
Sodarückstände 129.
Sodasalz 129.
Solaröl 517.
Solaröllampe 481.
Spiegelfabrikation 182.
Spiritus 288.
Spodium 389.
Sprengöl 112.
Sprengpulver 111.
Stabeisen 19.
Stärke 245.
Stärkegummi 250.
Stärkezucker 265.
Stahl 27.
Stahlindustrie 34.
Stanniol 60.
Stassfurter Mineralien 99. 119.
Statuenbronze 43.
Stearinkerzen 460.
Stearinsäure 460.
Steine, künstliche 208.
Steinkohle 535.

Steinkohlentheer 498.
Steinöl 518.
Steinpappe 243.
Steinsalz 117.
Steinzeug 204.
Stereochromie 186.
Sterrometall 45.
Stucco 224.
Sulfat 147.
Sumach 353.
Sylvin 99.

T.

Tabak 319.
Tafelfarben 449.
Talgkerzen 465.
Tannin 353.
Tapioka 250.
Terresin 318.
Textilindustrie 225.
Theer 406.
Theerfarben 406.
Theeröl 406.
Theerpech 406.
Thierkohle 389.
Thon 195.
Thonerde, essigsaure 171.
„ schwefelsaure 165.
Thonerdenatron 170.
Thonmergel 197.
Thonröhren 211.
Thonverarbeitung 195.
Tiegel 212.
Tinkal 163.
Tinte, rothe 428.
„ schwarze 437.
Toluidinblau 413.
Toilettenseife 161.
Tombak 45.
Töpferthon 196.
Töpferwaaren 207.
Torf 532.
Torfgas 502.
Tournesol 434.
Trass 218.
Traubenzucker 265.
Treppenrost 552.
Trona 124.
Tropaeolin 409.
Tuch 343.
Türkischroth 448.
Tuschfarben 405.

U.

Uchatiusstahl 31.
Uhrlampe 479.
Ultramarin 171.
Unterschwefligsaur. Natron 139.
Urao 124.

V.

Valonia 354.
Varek 102.
Vergoldung 90. 95.
Verkupfern 96.
Vernickeln 97.
Versilbern 85. 95.
Verstählen 32. 97.
Verwittern 5.
Verzinnen 61.
Victoriaorange 417.
Violet Impérial 412.
Vitriolküpe 442.
Vulkanöl 518.

W.

Wachs 467.
„ künstliches 468.
Wachskerzen 467.
Wachsstöcke 469.
Waidküpe 443.
Wallrathkerzen 460.
Walzenglas 185.
Wassergas 508.
Wasserglas 185.
Wasserheizung 549.
Wassermörtel 217.
Wedgwood 205.
Wein 269.
„ moussirender 275.
Weinbereitung 269.
Weinessig 311.
Weinveredelung 277.
Weissgerberei 366.
Weizenstärke 247.
Wemyskohle 539.

Wismuth 63.
Wismutherze 63.
Wismuthlegirungen 63.
Wolle 338.
Wollfärberei 442.
Wollschweiss 339.
Wollzeuge 340.
Wongshy 442.
Wootz 33.

Z.

Zeichentinte 437.
Zeugdruck 449.
Ziegelöfen 209.
Ziegelsteine 208.
Zink 64.
Zinkblende 64.
Zinkchlorid 68.
Zinkgelb 68.
Zinkgrün 38.
Zinkguss 67.
Zinkoxychlorür 68.
Zinkoxyd 67.
„ chromsaures 68.
Zinkvitriol 68.
Zinkweiss 67.
Zinn 59.
Zinnasche 60.
Zinnchlorid 62.
Zinnchlorür 62.
Zinnfolie 60.
Zinnober 73.
Zinnoxyd 59.
Zinnsalz 62.
Zinnsaures Natron 62.
Zinnstein 59.
Zinnsud 61.
Zirkonlicht 506.
Zucker 251.
Zucker-Baryt 252.
Zuckerfabrikation 251.
Zuckerproduktion 263.
Zuckerrohr 252.
Zuckerrübe 256.
Zündhölzchen 386.
Zündhütchen 76.
Zündrequisiten 386.
Zuschlag 6.

Stadtbibliothek Augsburg

Leipzig, Walter Wigand's Buchdruckerei.

8° Techn.
Wagner.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wagner, Johann Rudolf <<von>>,

Grundriß der chemischen Technologie

Leipzig 1874

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Techn 964
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11193259-6